



YU ISSN 1451-0162

UDC 622

mines engineering

RUDARSKI RADOVI

2/2009

komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina

RUDARSKI RADOVI (M – 52)

Izdavač:

Komitet za podzemnu eksploataciju
mineralnih sirovina Resavica-Republika Srbija
Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Za izdavača:

Dr Mirko Ivković – viši naučni saradnik

Redakcioni odbor:

Prof. dr Živorad Milićević
Akademik prof. dr Mladen Stjepanović
Dr Milenko Ljubojev, naučni savetnik
Prof. dr Vladimir Bondarenko,
Nacionalni rudarski univerzitet, Odeljenje za
podzemno rudarstvo, Ukrajina
Dr Mirko Ivković, viši naučni saradnik
Prof. dr Miroslav Ignjatović, naučni savetnik
Prof. dr Milivoje Vulić, Univerzitet u Ljubljani, Slovenija
Dr Miroslav R. Ignjatović, viši naučni saradnik
Prof. dr Jerzy Kicki, Državni institut za mineralne
sirovine i energiju, Krakov, Poljska
Prof. dr Tajduš Antoni, Stanislavov univerzitet za
rudarstvo i metalurgiju, Krakov, Poljska
Dr Dragan Zlatanović
Dr Mile Bugarin, viši naučni saradnik
Prof. dr Dušan Gagić
Dr Miodrag Denić
Prof. dr Nebojša Vidanović
Prof. dr Neđo Đurić, Tehnički institut, Bjelinja
Republika Srpska BiH

Izdavački savet:

Dr Milenko Ljubojev, naučni savetnik
Mr Radivoje Milanović
Prof. dr Radoje Pantović
Prof. dr Vitomir Milić
Dr Dragan Urošević, viši naučni saradnik
Savo Perendić, dipl.inž.
Mr Zlatko Dragosavljević, dipl.inž.
Siniša Tanacković, dipl.inž.
Mr Jovo Miljanović

Glavni i odgovorni urednik:

Dr Milenko Ljubojev, naučni savetnik, dopisni član JINA

Zamenik glavnog i odgovornog urednika:

Đorđe Stanković, dipl.inž. spec. za AOP

Urednik:

Vesna Marjanović, dipl.inž.

Tehnički urednik:

Suzana Cvetković

Adresa redakcije:

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
19210 Bor, Zeleni bulevar 35
Tel. 030-454-110, 030-454-254,
Fax: 030-435-175
E-mail: nti@irmbor.co.rs

Priprema za štampu:

Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor
Ljiljana Mesarec

Štampa: Grafomedtrade Bor

Tiraž: 100 primeraka

MINES ENGINEERING (M – 52)

Publisher:

Committee Of Underground Exploitation Of
The Mineral Deposits Resavica
Mining and Metallurgy Institute

For publisher:

Dr. Sc. Mirko Ivković

Editorial Board:

Prof. Dr. Sc. Živorad Milićević
Academ. Prof. Dr. Sc. Mladen Stjepanović
Dr. Sc. Milenko Ljubojev
Prof. Dr. Sc. Vladimir Bondarenko,
National Mining University,
Department of Deposit Mining, Ukraine
Dr. Sc. Mirko Ivković
Prof. Dr. Sc. Miroslav Ignjatović
Prof. Dr.Sc. Milivoje Vulić, Univ.of Ljubljana, Slovenia
Dr. Sc. Miroslav R. Ignjatović
Prof. Dr. Sc. Jerzy Kicki, Instytut Gospodarki
Surowcami Mineralnymi i Energia,
Krakow, Poland
Prof. Dr. Sc. Tajduš Antoni, The Stanislaw, University
of Mining and Metallurgy, Krakow, Poland
Dr. Sc. Dragan Zlatanović
Dr. Sc. Mile Bugarin
Prof. Dr. Sc. Dušan Gagić
Dr. Sc. Miodrag Denić
Prof. Dr. Sc. Nebojša Vidanović
Prof. dr Neđo Đurić, Technical institute, Bjelinja
Republika Srpska BiH

Publishing Council:

Dr. Sc. Milenko Ljubojev
M. Sc. Radivoje Milanović
Prof. Dr. Sc. Radoje Pantović
Dr. Sc. Vitomir Milić
Dr. Sc. Dragan Urošević
B. Sc. Savo Perendić
M. Sc. Zlatko Dragosavljević
B. Sc. Siniša Tanacković
M. Sc. Jovo Miljanović

Editor-in-chief:

Dr. Sc. Milenko Ljubojev

Executive editor in chief:

B.Sc. Đorđe Stanković

Editor:

B.Sc. Vesna Marjanović

Technical Editor:

Suzana Cvetković

Editorial office address:

Mining and Metallurgy Institute Bor
19210 Bor, 35 Zeleni bulevar
Phone: 030-454-110, 030-454-254,
Fax: 030-435-175
E-mail: nti@irmbor.co.rs

Preparation for printing:

Mining and Metallurgy Institute,
Ljiljana Mesarec

Printed in: Grafomedtrade Bor

Circulation: 100 copies

UDK: 622.235:622.344(045)=861

Blagoje Nedeljković, Miljan Jakšić*, Milenko Petrović**

**KORELACIJA IZMEĐU VREMENA IZRADE PROSTORIJA I
FIZIČKO-MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA STENA PRI
KONTURNOM MINIRANJU U RUDNICIMA Pb-Zn**

**TIME CORRELATION BETWEEN PREMESIS CONSTRUCTION AND
PHYSICAL-AUTOMATIC CHARACTERISTICS OF
STONES DURING CONTOUR MINING AT Pb-Zn MINES**

Izvod

U radu su prikazani rezultati istraživanja odnosa između vremenske izrade horizontalnih prostorija konturnim miniranjem i čvrstoće stenskog materijala kao najznačajnijeg parametra stenske mase. Kao parametar ocene vremena izrade prostorija uzeto je: dužina radnog ciklusa i njegovih elemenata, dužina trajanja radnih operacija i iskorišćenje vremena ciklusa za izvođenje radnih operacija. Sva izražavanja su izvršena u rudnicima Pb-Zn iskopnog profila 6,25 m² i 12 (dvanaest) različitih radnih sredina čija se pritiska čvrstoća kretala od 23 do 123 MPa.

Analizom dobijenih rezultata ustanovljena je analitička (obraci) i grafička (dijagrami) zavisnosti između parametra vremena trajanja radnih operacija i pritiska čvrstoće stenske mase.

***Ključne reči:** stenska masa, konturno miniranje, pritiska čvrstoće, vreme izrade, obrazac, dijagram.*

Abstract

The work present research results of relations between timing of construction horizontal premises contour mining and hardness stone material as a most important parameter of rock mass. As an evaluation parameter of time construction premises, there are: interval of working cycles and its elements, lasting interval of working operations and use time cycles for working operation performs. All outstanding have been done in Pb-Zn mines excavated profile 6,25m² and 12 (twelve) different working areas with pressure hardness was from 23 till 123 MPa.

Analyzing of gained results the analytics (forms) and graphics (diagrams) subordinations are established between lasting working time operations and pressure hardness of stone mass parameters.

***Key words:** stone mess, contour mining, hardness pressure, construction time, form, diagram.*

UVOD

U rudnicima Pb-Zn Kopaoničke rudne oblasti tehnologija izrade jamskih prostorija obavlja se metodom bušačno-minerskih radova, sa slobodnim (nezavisnim) radnim ciklusom, a sa utvrđenim radnim operacijama i redosledom istih, koje se u

* Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

toku čitavog ispitivanja nije menjao.

Istraživanja su vršena pri metodi konturnog miniranja i veličinom poprečnog preseka hodnika od 6,25 m².

Ovim radom želimo da ukažemo kakav uticaj čvrstoća stenske mase ima na vreme izrade prostorija u rudnicima Pb-Zn Kopaoničke rudne oblasti, što može da posluži za izmenu pojedinih radnih operacija u tehnološkom procesu izrade prostorija kod nekih radnih sredina, što bi svakako uticalo na smanjenje troškova ukupne eksploatacije.

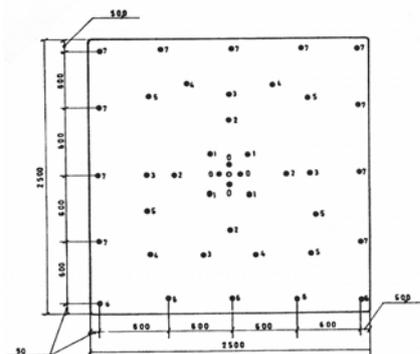
OPIS TEHNOLOGIJE IZRADE KONTURNIM MINIRANJEM

Kod ove tehnologije izrade prostorija zadržana je ista struktura radnog ciklusa kao i kod postojaće tehnologije rada. Izmene su učinjene jedino kod postojaće tehnologije rada, koje se sastoje u bušenju većeg broja minskih bušotina, većoj potrebi za sredstva za paljenja mina i dužim vremenom za obavljanje ove operacije.

Od ove metode očekuje se: kvalitetna iskopna kontura, veća stabilnost prostorija, manji vanprofilski iskop i manja količina odmineralnog materijala, što treba da ima uticaja na smanjenje troškova izrade, vreme utovara i odvoza iskopine i poboljšanja stabilnosnog stanja same konture prostorije.

Kako su kod ove metode tehnološke šeme izvršene izmene samo u podsistemu bušenja i miniranja, to su potrebne izmene u: šemi miniranja (broju i rasporedu minskih bušotina), bušenju (broju mina po grupama i ukupno), količini eksploziva (po svakoj mini i grupi mina) i nakon paljenja, proračunate posebno za svaku radnu sredinu, zatim je izvršena njihova provera u realnim (jamskim) uslovima i posle neophodnih izmena novodobijeni parametri su usvojeni kao standardi za svaku

ispitivanu sredinu. Projektovani potrebni profil iznosio je 6,25 m² kome je prilagođena šema miniranja. Na slici 1. prikazana je osnovna šema miniranja za radnu sredinu (1) sa naznakom grupe mina i njihovom rasporedu.



Sl. 1. Osnovna šema rasporeda mina kod metode konturnog miniranja

POLAZNI PARAMETRI DOBIJENI SNIMANJEM I MERENJEM PO RADNIM SREDINAMA

Istraživanja su obavljena u različitim radnim sredinama sa koeficijentom čvrstoće stena i rude od 23 do 123 MPa sa istim projektovanim profilom od 6,25 m². Prilikom obrade prikupljenih podataka sprovedena je jedinstvena metodologija za sve ispitivane radne sredine i po jedinstvenoj metodologiji izvršena je analiza celokupnog materijala za tehnološki proces izrada prostorija konturnim miniranjem.

U tabeli 1. za sve radne sredine od (1) do (12) dat je pregled postignutog vanprofilskog iskopa i iskorišćenje minske bušotine po radnim sredinama, a u tabeli 2. date su za sve radne sredine od (1) do (12) dužine trajanja pojedinih operacija pri izradi hodnika po m za ispitivanje radne sredine po tehnološkom procesu izrade prostorija konturnim miniranjem.

Tabela 1. Pregled postignutog vanprofilnog iskopa i iskorišćenja minske bušotine po radnim sredinama

O P I S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Veličina vanprofilnog iskopa, ΔS (m ²)	0.25	0.12	0.31	0.18	0.05	0.12	0.19	0.06	0.25	0.18	0.12	0.25
Koeficijent iskorišćenja minske bušotine, η	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Tabela 2. Dužina trajanja pojedinih operacija pri izradi hodnika po m, za ispitivane radne sredine po inoviranom postupku (u min)

Red broj	RADNE SREDINE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	RADNE AKTIVNOSTI												
1.	Dolazak, nabavka materijala i pregled radilišta	62.06	62.06	63.65	63.33	62.75	56.27	58.62	66.20	57.46	71.93	75.72	75.17
2.	Bušenje minskih bušotina	79.65	75.31	55.61	90.95	128.02	87.79	99.85	78.56	57.93	73.28	69.00	65.53
3.	Čišćenje minskih bušotina	10.34	9.65	7.14	9.44	10.60	10.34	10.34	9.65	7.66	9.17	8.89	8.67
4.	Punjenje i paljenje mina	10.34	9.65	7.14	9.44	10.60	10.34	10.34	9.65	7.66	9.17	8.89	8.67
5.	Ventilacija radilišta	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68	20.68
6.	Pregled radilišta i utovar iskopine	93.55	91.82	94.47	92.62	91.02	91.82	92.62	91.02	93.35	92.40	92.60	93.55
7.	Podgrada	—	—	—	—	—	—	—	—	13.79	—	13.79	13.79
8.	Pomoćni radovi i odlazak	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57
9.	Ukupno min po m'	304.2	294.75	276.27	331.04	351.46	304.84	320.04	303.35	286.13	304.22	317.31	313.66

ODNOS IZMEĐU DUŽINE RADNOG CIKLUSA I KOEFICIJENTA ČVRSTOĆE STENSKE

A) Dužina radnog ciklusa i njegovih elemenata

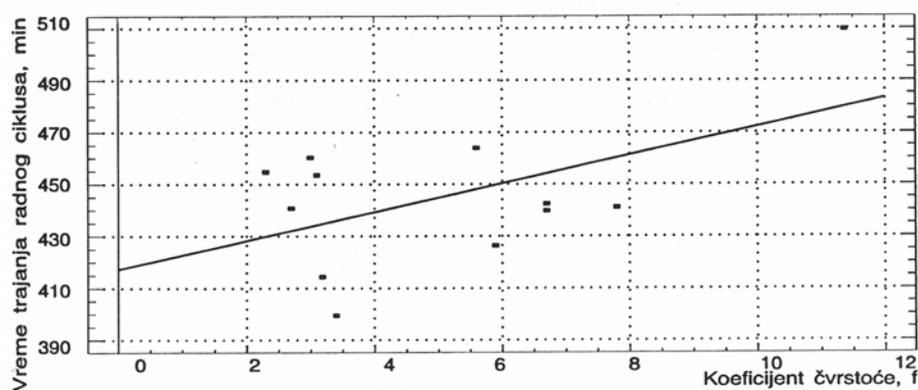
Dužina radnog ciklusa utvrđena je merenjem trajanja pojedinih radnih operacija u svim opitnim deonicama i u svim radnim sredinama. Na osnovu

podataka sačinjen je pregled utroška vremena po radnim operacijama i ceo radni ciklus, za sve radne sredine, i prikazan u tabeli 3.

Tabela 3. Pregled utroška vremena po radnim operacijama i ceo radni ciklus pri izradi hodnika inoviranim postupkom

Radna sredina	Radne operacije, (min)								Ukupno trajanje ciklusa, $T_{cicl.}$ (min)
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	
1	90.00	115.49	15.00	15.00	30.00	135.67	/	40.00	441.08
2	90.00	109.19	14.20	14.20	30.00	133.13	/	37.07	426.39
3	92.00	80.63	10.36	10.36	30.00	136.98	/	38.97	399.50
4	90.00	131.87	13.69	13.69	30.00	134.29	/	40.00	453.54
5	91.00	185.62	15.50	15.50	30.00	132.00	/	40.00	509.62
6	82.00	127.29	15.00	15.00	30.00	133.13	/	40.00	442.42
7	85.00	144.78	15.00	15.00	30.00	134.20	/	40.00	464.03
8	96.00	113.91	14.00	14.00	30.00	131.97	/	40.00	439.83
9	83.00	84.00	11.11	11.11	30.00	135.35	20.00	40.00	414.57
10	104.00	106.25	13.30	13.30	30.00	133.98	/	40.00	440.83
11	110.00	100.20	12.95	12.95	30.00	134.30	20.00	40.00	460.30
12	109.00	95.01	12.58	12.58	30.00	135.64	20.00	40.00	454.81

Grafički prikaz dužine trajanja radnog ciklusa po radnim sredinama dat je na slici 2, a analitička veza obrascem (1) $T_{cicl} = 417,32 + 5,49 \cdot f$, min ($r = 0.54$)..(1)



Sl. 2. Grafički prikaz promena u dužini trajanja radnog ciklusa po radnim sredinama

B) Dužina trajanja radnih operacija

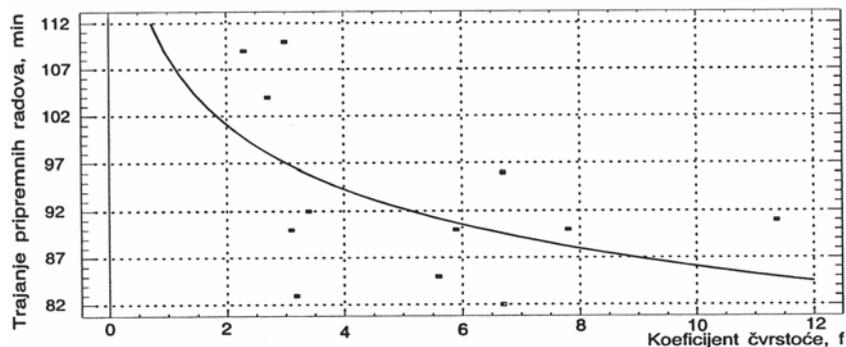
Trajanje svake pojedine radne operacije po radnim sredinama grafički su određene, a analitičke veze prikazane odgovarajućim jednačinama.

a) Dolazak na radilište, nabavka materijala, pregled radilišta i početak rada

Potrebno vreme za pripremne radnje

pre početka rada na obaljanju procesa izrade-na osnovu podataka iz tabele 3. – pozicija 2., analitički je data po radnim sredinama jednačinom (2), a grafički na slici 3.,

$$t_1 = 108,39 \cdot f^{0,1}, \text{ min. } (r = 0.51) \dots \dots \dots (2)$$



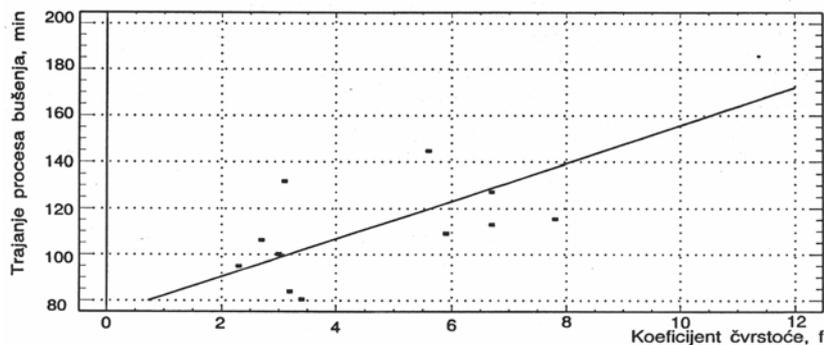
Sl. 3. Grafički prikaz trajanja pripremnih radnji za početak rada po radnim sredinama

b) Dužina procesa bušenja

Trajanje radne operacije bušenja po radnim sredinama – na osnovu podataka iz tabele 3. – pozicija 3., dato je sledećom

jedanačinom (3), a grafički prikaz na slici 4.,[6].

$$t_2 = 74,11 + 8,16 \cdot f, \text{ min}, (r = 0,77) \dots (3)$$



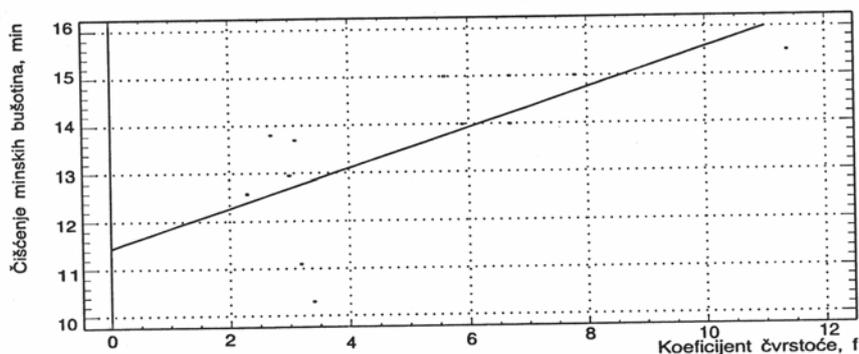
Sl. 4. Grafički prikaz trajanja bušenja po radnim sredinama

c) Čišćenje minskih bušotina

Trajanje radne operacije čišćenja bušotina po radnim sredinama – na osnovu podataka iz tabele 3. – pozicija 4.,

data je sledećom jednačinom (4), a grafički prikaz na slici 5.

$$t_3 = 11,45 + 0,41 \cdot f, \text{ min}, (r = 0,70). (4)$$



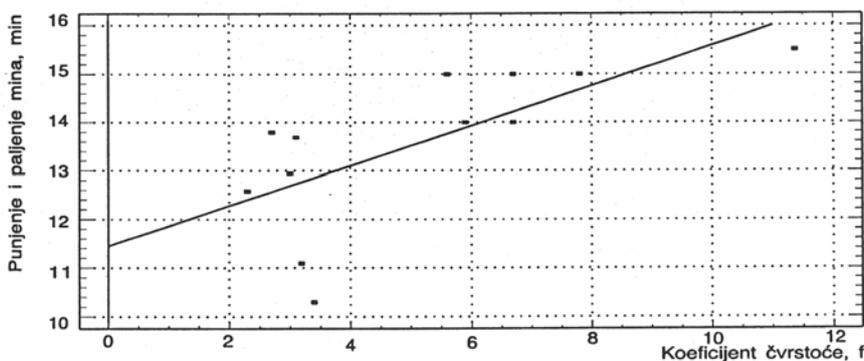
Sl. 5. Grafički prikaz trajanja procesa Čišćenje minskih bušotina po radnim sredinama

d) Punjenje i paljenje mina

Veza između trajanja radne operacije punjenje i paljenje mina po radnim sredinama – na osnovu podataka iz tabele

3.- pozicija 5., data je jednačinom (5), a grafički prikaz na slici 6.,

$$t_4 = 11,45 + 0,41 \cdot f, \text{ min}, (r = 0.70) \dots (5)$$



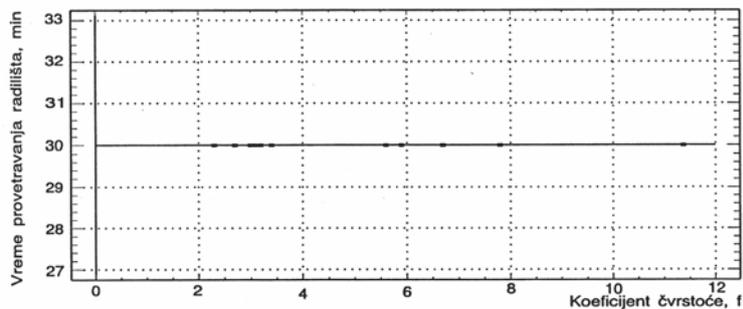
Sl 6. Grafički prikaz trajanja procesa punjenje i paljenje mina po radnim sredinama

e) Provetravanje radilišta

Trajanje radne operacije Provetravanje radilišta po radnim sredinama – na osnovu podataka iz tabele 3.-

pozicija 6., data je jednačinom (6), a grafički prikaz na slici 7.

$$t_5 = 30, \text{ min}, (r = 1) \dots (6)$$



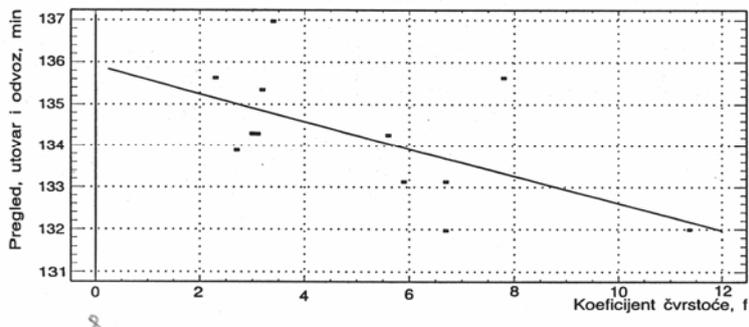
Sl. 7. Grafički prikaz trajanja Provetravanje radilišta po radnim sredinama

f) Pregled radilišta, utovar i odvoz iskopine

Trajanje radne operacije Pregled radilišta, utovar i odvoz iskopine po radnim sredinama na osnovu podataka iz tabele 3 – pozicija 7., data je jednačinom (7), a grafički prikaz na slici 8.

$$t_6(f) = \frac{1}{0,007 + 0,002 \cdot 10^{-3} \cdot f} \text{ min}$$

($r = 0,59$) (7)



Sl. 8. Grafički prikaz trajanja procesa Pregled radilišta, utovar i odvoz iskopine po radnim sredinama

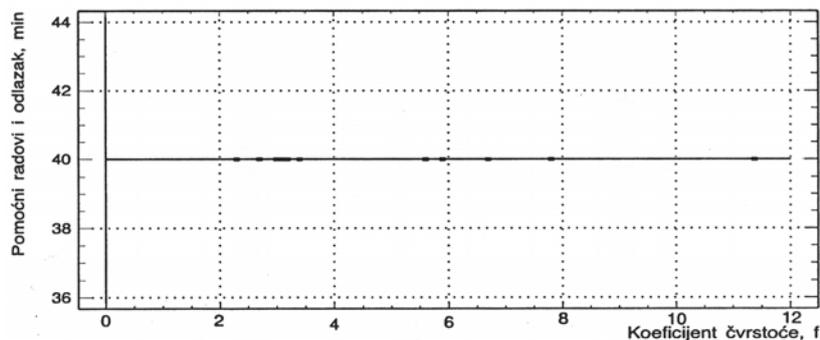
g) Radovi na podgrađivanju

S obzirom na postignutu dobru stabilnost konture prostorije, radovi na podgrađivanju nisu potrebni, te i vreme potrebno za obavljanje ove radne operacije je blisko nuli ($t_7 = 0$).

h) Pomoćni radovi i odlazak sa radilišta

Trajanje radne operacije Pomoćni radovi i odlazak po radnim sredinama – na osnovu podataka iz tabele 3. – pozicija 9., data je jednačinom (8), a grafički prikaz na slici 9.

$$t_8 = 40, \text{ min} \quad (r = 1) \text{ (8)}$$



Sl. 9. Grafički prikaz trajanja procesa Pomoćni radovi i odlazak sa radilišta po radnim sredinama

C) Iskorišćenje vremena ciklusa za izvođenje glavnih radnih operacija

Za sve radne sredine, na osnovu podataka datih u tabeli 3. i iznetog i usvojenog kriterijuma (pod c), izvršena je podela radnog ciklusa po radnim sredinama na : **tehnološko produktivno i tehnološko neproduktivno vreme** (v.

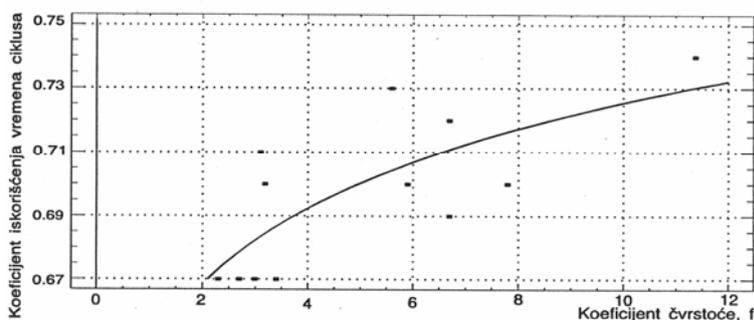
tabelu 4) . za sve radne sredine u tabeli 3. prikazana je ova diferencijacija kod inovirane tehnologije izrade.

Grafički prikaz iskorišćenja radnog ciklusa (η) po radnim sredinama (v. tabelu 4) dat je na slici 10., a analitička veza obrascem (9)

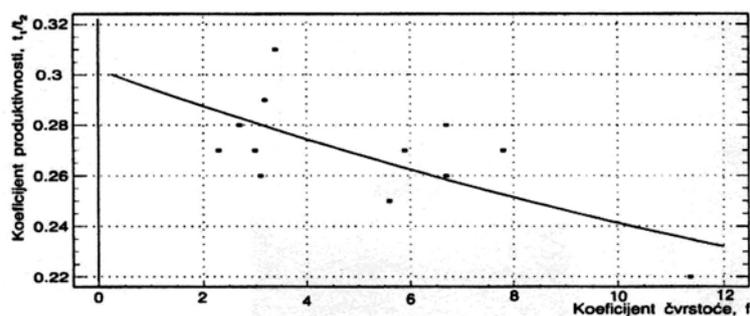
$$\eta = 0,645 \cdot f^{0,05}, \text{ min, } (r = 0,74) \dots\dots (9)$$

Tabela 4. Odnos tehnološki produktivnog i tehnološki neproduktivnog vremena pri izradi hodnika inoviranim tehnološkim postupkom

Radna sredina	Vreme trajanja ciklusa, T (min)	Vreme trajanja tehnološki neproduktivnog dela ciklusa, T ₁ (min)	Vreme trajanja tehnološki produktivnog dela ciklusa, T ₂ (min)	Koeficijent iskorišćenja ciklusa, η	Neproduktivni deo ciklusa iskazan u %
1	441.08	130.00	311.04	0.70	0.30
2	426.39	127.03	300.32	0.70	0.30
3	399.30	130.97	268.33	0.67	0.33
4	453.54	130.00	323.54	0.71	0.29
5	509.62	131.00	378.62	0.74	0.26
6	443.43	122.00	320.42	0.72	0.28
7	464.03	125.00	339.03	0.73	0.27
8	439.83	136.00	303.83	0.69	0.31
9	414.57	123.00	291.57	0.70	0.30
10	440.83	144.00	296.83	0.67	0.33
11	460.30	150.00	310.30	0.67	0.33
12	454.81	149.00	305.81	0.67	0.33



Sl. 10. Grafički prikaz promene koeficijenta iskorišćenja (η) radnog ciklusa po radnim sredinama



Sl.11. Grafički prikaz učešća produktivnog dela inovirane tehnologije u odnosu na dužinu produktivnog dela postojeće tehnologije (%).

Napomena: učešće postojeće tehnologije izrade uzeto je kao 100%

ZAKLJUČAK

Primenom metode konturnog miniranja pri izradi prostorija, pokazalo se da postoji određena zakonitost u pogledu ponašanja analiziranih parametara. Zakonitost promene osnovnih parametara o ovom slučaju moguće je definisati sledećim opštim zaključcima i da dužina radnog ciklusa u celini-posmatrano samo sa stanovišta glavnih radnih operacija pokazuje da:

- Sa povećanjem čvrstoće stenske mase dužina trajanja radnog ciklusa se povećava. Ovom povećanju, u

- najvećoj meri, doprinose radne operacije bušenja, čišćenja i punjenja minskih bušotina.
- Radna operacija podgrađivanja kao posledica dobrog kvaliteta izrade, praktično se svodi samo na mestimično osiguranje, što sa svoje strane pozitivno utiče na dužinu trajanja radnog ciklusa u celini, pa konturnom miniranju daje značajnu prednost u odnosu na postojeće.
- Dužina trajanja tehnološki produ-

ktivnog dela radnog ciklusa u poređenju sa dužinom trajanja istog ovog dela kod postojeće tehnologije je kraći, u proseku za 30% što sem tehnološkog ima i ekonomskog i organizacionog značaja. Na slici 11. vidi se smanjenje dužine trajanja tehnološko-produktivnog dela ciklusa inovirane tehnologije izrade, u odnosu na postojeću-koja u ovom slučaju uzeta kao 100%

LITERATURA

- [1] B. Nedeljković: Proučavanje uticaja tehničko-ekonomskih pokazatelja primenom metode konturnog miniranja pri izradi jamskih objekata u čvrstoj radnoj sredini, Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, (1996).
- [2] D. Elezović, B.Nedeljković, M. Jakšić: Mehanika stena i tla, Univerzitetski udžbenik, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, (2001).
- [3] B. Nedeljković, G.Milentijević, M. Jakšić: Određivanje statičkog i dinamičkog modula elastičnosti na uzorcima stena, Rudarstvo o geologija, Makedonija, (2008).
- [4] P. Jovanović: Izrada jamskih prostorija, knjiga I, Beograd, 1973.
- [5] P. Jovanović: Izrada podzemnih prostorija velikih profila, knjiga, Beograd, (1984).
- [6] LJ. Savić, LJ. Redžić: Korelacioni odnos između trajnosti bušačkog dleta i najvažnijih parametara stenske mase, Podzemni radovi, godina III, broj 3, Beograd, (1994).

UDK: 622.81(045)=861

Miroslav Ignjatović, Zoran Stojanović*, Dejan Mitić*,
Miroslava Maksimović*, Dragan Ignjatović**

NAČIN EKSPLOATACIJE ALEKSINAČKOG LEŽIŠTA **

MINING WAY OF ALEKSINAC DEPOSIT

Izvod

Na svetskom tržištu energenata dolazi do poremećaja i posebno visoke cene energenata što diktira potrebu svestranog sagledavanja tehničkih, tehnoloških i ekonomskih parametara dobijanja sintetičke nafte iz bituminoznih škriljaca.

Ukazuje se potreba da se maksimalno iskoriste vlastiti raspoloživi energetske resursi u okviru kojih značajno mesto zauzimaju alternativni izvori energije (bituminozni - uljni škriljci). Ocnom o potencijalnosti istraživnog područja izdvajice se prostor za dalja istraživanja. Realizacija projektovanih istražnih radova ima za cilj dobijanje preliminarnih podataka o geološkoj građi, uslovima zaleganja i kvalitetu bituminoznih škriljaca i uglja, kao i pratećih mineralnih sirovina.

Ključne reči: bituminozni škriljci, istraživanje, eksploatacija.

Abstract

The world market of energy has come to disorder, particularly the high cost of energy, which dictates the need for comprehensive consideration of technical, technological and economic parameters for obtaining synthetic oil from bituminous shale.

Therefore, it is necessary to maximize our own available resources, especially alternative energy sources (bituminous-oil shale). After assessment of the researched area potentiality, it will be extracted the space for further research.

Realization of the projected investigative work aims to obtain preliminary data on the geological material, dip conditions and quality of the bituminous shale and coal, as well as the related mineral resources.

Key words: bituminous-oil shale, research, mining

UVOD

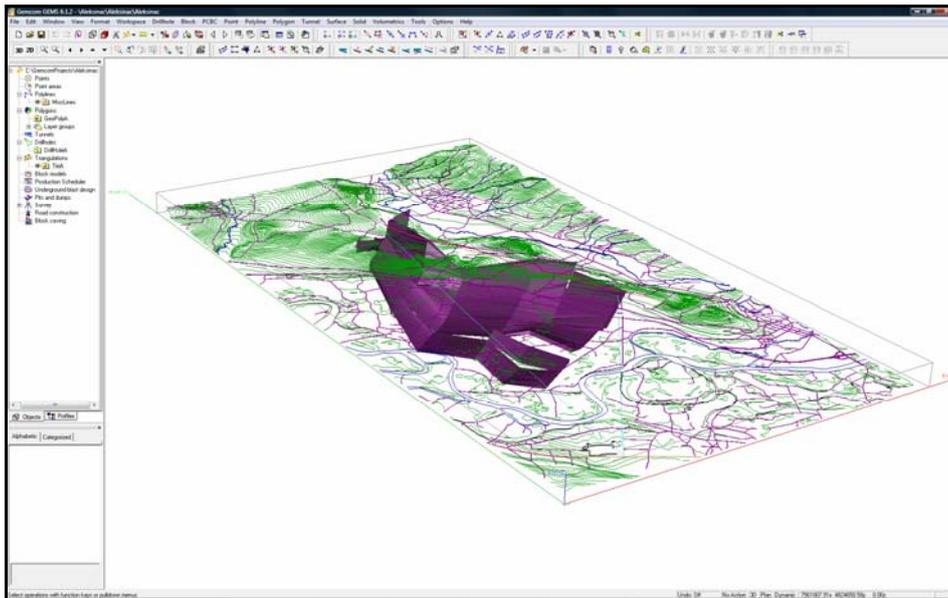
Aleksinačko ležište mrkog uglja i uljnog škriljca, koje administrativno pripada Opštini Aleksinac, nalazi se na prostoru između reka Južne Morave i Moravice. Ovo ležište je deo

prostranog aleksinačkog tercijarnog područja i pruža se neposredno od grada Aleksinca u pravcu SSZ u dužini od 10 km i zahvata površinu od oko 20 km². Eksploatacija uglja

* Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

** Ovaj rad je proistekao iz Projekta br. 17005 koji je finansiran sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

na ovom prostoru vršena je od 1883. godine prema Elaboratu iz 1989. godine, iznose do 1989. godine. Preostale rezerve uglja, 27,5 miliona tona A+B+C₁ kategorije.

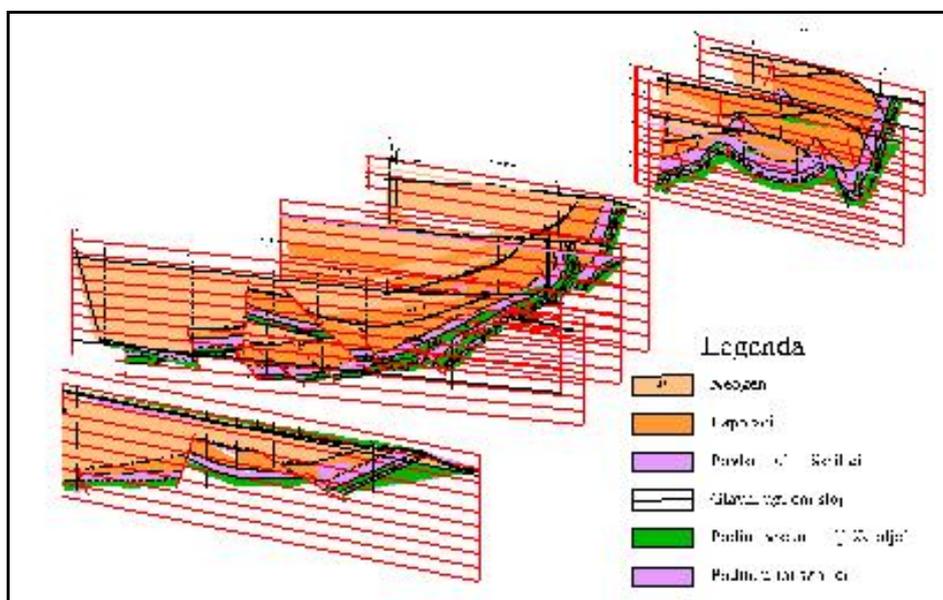


Sl. 1. Prostorni položaj Aleksinačkog ležišta

GEOLOGIJA LEŽIŠTA

Aleksinačka produktivna serija sa mrkim ugljem i bituminoznim škriljcima, stvarana je u okviru prostranog Aleksinačkog područja u kome obod i podinu basena čine kristalasti škriljci. Najveće rasprostranjenje i debljinu aleksinačka serija ima u prostoru Aleksinačkih rudnika, od Aleksinca do Mozgova. Ukupna debljina procenjuje se na 900 – 1000 m.

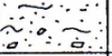
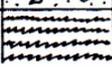
Preko nje se nalaze transgresivno i diskordantno sedimenti mlađeg miocena predstavljeni crvenim, mrkim i žutim konglomeratima, i aglomeratima, koji se smenjuju sa glinovito-peskovitim sedimentima i proslojcima tufogenog materijala. U gornjem delu preovlađuju laporovite gline i laporci. Ukupna debljina iznosi i do 900 m. (slika 2).



Sl. 2. Kulisni dijagram Aleksinačkog ležišta

U okviru Aleksinačke produktivne serije, prema osnovnim litološkim karakteristikama i superpoziciji slojeva, može se izdvojiti (slika 3.):

- Bazalni kompleks debljine od 50 do 300 m. Predstavljen je crvenim i mrkim konglomeratima i krupnozrnim peščarima (crvena serija). Navise prelaze u žučkaste i sive, krupno i srednjezrne peščare, alevritske gline i laporce.
- Peščarsko-glinoviti kompleks koji leži preko bazalnog i predstavlja podinu glavnog ugljenog sloja. U okviru ovog kompleksa javljaju se, osim peščara i glinaca, podinski bituminozni škriljci, i u gornjim nivoima ovog kompleksa proslojci uglja. Ukupna debljina ove serije iznosi 300 m
- Glavni ugljeni sloj debljine od 2 do 6 m.
- Glinovito-laporoviti kompleks, koji leži u povlati glavnog ugljenog sloja i koji je ekonomski najinteresantniji u pogledu eksploatacije bituminoznih škriljaca. U okviru ovog kompleksa izdvojena su dva horizonta:
 - Donji - predstavljen bituminoznim škriljcima, koji po mineraloško-petrološkom sastavu predstavljaju glinovito-laporovite stene sa povišenim ostatkom bitumija (kerogena). Ove stene izdanjuju na površinu terena kod Subotinca. Srednja debljina bituminoznih škriljaca je oko 60 m.
 - Gornji – predstavljen laporcima manje ili više bituminoznim, i sa kojim se završava Aleksinačka produktivna serija.

Donji miocen - M1			Horizont konglomerata i aglomerata kojim započinje gornji miocen
	Glinovito - laporoviti kompleks - povlata -		Horizont bituminoznih laporaca (bituminozni laporci, uljni škrljci i laporci sa prislojcima glinaca i peščara)
			Horizont povlatnih uljnih škrljaca
		2-6m	Glavni ugljeni sloj
	Peštarsko - glinoviti kompleks - podina -		Gornji podinski horizont (glinoviti i liskunoviti peščari, uljni škrljci, glinci i ugalj)
			Donji podinski horizont (glinoviti i liskunoviti peščari sa prislojcima glinaca, laporaca i listastih uljnih škrljaca)
	Bazalni kompleks		Bazalni klastiti i grubozorni peščari (konglomerati, brečo-konglomerati, konglomeratični peščari, subarkoze, alevritske gline)
Paleo - reljef		Kristalasti škrljci	

Sl. 3. Geološki stub Aleksinačkog ležišta

Povlatni bituminozni škrljci izdanjuju na površinu terena duž celog ležišta, a tonu prema zapadu do dubine od 700 m. Izdanci bituminoznih škrljaca dobro su otkriveni sa desne strane reke Moravice, kod sela Subotince i severno od Aleksinca kod Logorišta.

TEKTONSKI SKLOP LEŽIŠTA

Formiranje tektonskih potolina u kojima su akumulirane neogene slatkovodne naslage, vezano je za komadanje već izdignutog Karpato-Balkanskog venca i Srpsko-makedonske mase. Ove potoline

nastale su duž dva sistema raseda, longitudinalnih pružanja SSZ-JJZ i transvezalnih pružanja I-Z ili ISI-ZJZ. Sedimenti donjeg miocena, taloženi su u perifernoj kotlini formiranoj po obodu Karpato-balkanskog venca. Ovi sedimenti su ubrani u lineare, mestimično prevrnutе i istočnovergentne nabore, pružanja SSZ-JJI. Miocenski sedimenti leže transgresivno preko starije podloge Nakon stvaranja povlatnog horizonta bituminoznih laporaca, kao najmlađeg člana aleksinačke serije, nekadašnji jezerski basen zahvaćen je snažnim tektonskim

pokretima. Ovi pokreti doveli su do ubiranja, horizontalnog kretanja i rasedanja, što je uslovalo složenu tektonsku građu ležišta Produktivna serija je ubrtana u dve sinklinale: kraljevačko-vakupačku i aleksinačku sinklinalu, koje se kod Subotinca spajaju. Formiranje obe sinklinale praćeno je, naročito u severnom delu, reversnim rasedanjem. Razlomne strukture predstavljene su sistemom poprečnih i dijagonalnih raseda, kojima je ležište izdeljeno u blokove. Ležište je od ostalih delova basena, prema severu, zapadu i jugu, odvojeno rasedima, koji predstavljaju granicu prostiranja glavnog ugljenog sloja i horizonta povlatnih bitumi-noznih škriljaca. Tektonski odnosi u Aleksinačkom ležištu su dobro poznati i proučeni, zahvaljujući istražnim radovima u fazi eksploatacije, koji su detaljno iskartirani od strane geologa, geološke službe Aleksinačkog rudnika uglja (R. Stevanović, R. Ristivojević, S. Đurić).

NAČIN EKSPLOATACIJE ALEKSINAČKOG LEŽIŠTA

Kako je prikazano na slici br. 2, Aleksinačko ležište uglja sa svim pratećim mineralnim sirovinama izdanjuju na površinu terena duž celog ležišta (sa jugo-istočne, istočne i severo-istočne strane), a tonu prema zapadu do dubine od 900 m. Izdanci bituminoznih škriljaca dobro su otkriveni sa desne strane reke Moravice, kod sela Subotinca i severno od Aleksinca kod Logorišta.

Kako je u južnom delu ležišta grad Aleksinac, kao i nekadašnji Aleksinački rudnik uglja, najbolje mesto otvaranja bilo bi u istočnom ili severoistočnom delu ležišta.

Mesto otvaranje, površinskim načinom otkopavanja, uslovala bi dinamika eksploatacije, odnosno željeni godišnji kapacitet eksploatacije, međutim, eksploatacija bi se vršila selektivno, a svaka mineralna sirovina, koja se nalazi u ležištu, bi se prerađivala u posebno izrađenim pogonima za preradu iste.

Vremenom bi kop došao do dubine gde takav način eksploatacije ne bi bio isplativ, pa bi se prešlo na podzemnu eksploataciju.

Za izbor lokacije objekata otvaranja koristile bi se postojeće etaže kopa, od kojih bi se izrađivali potkopi do željenih mesta za nastavak eksploatacije.

Kako pojedine mineralne sirovine, nije isplativo eksploatisati podzemnim načinom eksploatacije, otkopavanje bi se vršilo selektivnom metodom gde bi se otkopavale samo pojedine mineralne sirovine.

ZAKLJUČAK

Eksploatacija uglja koja je godinama vršena u Aleksinačkom ležištu, mora biti nastavljena zbog opšteg nacionalnog interesa, međutim, neke prateće mineralne sirovine uglju, koje nekada nisu bile ekonomski interesantne, danas imaju velikog potencijala, pa se eksploatacija mora obavljati tako da bi se dobilo najveće iskorišćenje svih korisnih komponenti Aleksinačkog ležišta.

LITERATURA

- [1] Ercegovac M.: Geologija bituminoznih škriljaca, Građevinska knjiga Beograd, (1990).
- [2] Kalenić I. i dr.,: Tumač za list Aleksinac, K 34-20, OGK 1:100.000-Savezni geološki zavod, Beograd, (1980)
- [3] Ignjatović M., Rajković R., Mikić M., Ljubojev M.: (2008): Mogućnost eksploatacije bituminoznih škriljaca sa lokaliteta Republike Srbije iz kojih će se dobiti sintetička nafta, II Međunarodni simpozijun Energetsko rudarstvo ER 08, Tara.

- [4] Projekat Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, šifra projekta: 17005, u trajanju od 2008. do 2010. god., naziv projekta: „Tehnološki proces eksploatacije i prerade uljnih škriljaca sa ciljem dobijanja sintetičke nafte sa lokaliteta Aleksinačkog ležišta“, Ivković M., Ljubojev V., Mladenović: A. (2001) Geološke karakteristike ležišta bituminoznih škriljaca Aleksinačkog područja. Rudarski radovi br. 2, Bor
- [5] Ristivojević R., Lakić B.: Elaborat o rezervama bituminoznih škriljaca Aleksinačkog ležišta polje “Morava” i “Logorište”, Ugalj projekat, Beograd, (1985).

UDK: 669.332.3:622.79:622.778:541.69(045)=861

Milan Petrov, Radmila Marković**, Ljiljana Mladenović**, Zoran Bartulović**

MEHANO – HEMIJSKI TRETMAN MINERALNOG OTPADA

MECHANICAL – CHEMICAL TREATMENT OF THE WASTE MINERALS

Izvod

U radu su prikazani rezultati tretiranja Borske flotacijske jalovine (BFJ) u cilju definisanja optimalnog tehnno-ekonomskog procesa recikliranja. Borska flotacijska jalovina ima u svom sastavu makroskopski posmatrano dve komponente od kojih je jedna pirit (metalični mineral) sa oko 10% masenog učešća i 90% nemetaličnih minerala (uglavnom SiO_2) koje treba razdvojiti. Preliminarna istraživanja pokazuju da mehano-hemijski (MC-H) postupak aktivacije i magnetna koncentracija (MK) mogu doprineti razdvajanju metaličnih od nemetaličnih minerala. Pogodnim tretmanom u vibracionom mlinu uz dodatak NaOH iz minerala pirita se obrazuje molekularni kompleks jarozita sa povišenom magnetnom induktivnošću. Odvajanje pomenutog kompleksa od ostatka mineralne materije iz BFJ se vrši na visoko-gradijentnom magnetnom separatoru tako što se odabere pogodan intenzitet magnetnog polja i izvrši separacija. Osnovna ideja procesa tretiranja mineralnog otpada je da se mehano-hemijskim postupkom izvrši promena koordinacije kristalnog polja pirita u spinski kompleks jarozita, i time izvrši promena magnetnih osobina metalične komponente BFJ. Kompleks koji nastaje iz pirita pripada takozvanoj jarozitnoj grupi minerala hemijske formule $X\text{Fe}_3^{+++}[(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$, gde X može biti K, Na, Mg, Ag, NH_4 . Nastali kompleks iz grupe jarozita je sulfat alkalija i feruma sa konstitucionalnom vodom i sa promenjenim optičkim i magnetnim osobinama a sastoji se od centralnog jona metala feruma Fe^{3+} okruženog ligandima, koji se smatraju tačkastim naelektrisanjem.

Cljučne reči: mehano-hemijska aktivacija, vibracioni mlin, magnetni separator, pirit, natrojarozit, spinski kompleks.

Abstract

The paper presents the results of treatment the Bor flotation tailings (BFT) to the aim of defining the optimal techno-economic process of recycling. The Bor flotation tailings includes into its content the macroscopically seen two components out of which one is pyrite (metallic mineral) with about 10% mass participation and 90% non-metallic mineral (mainly SiO_2) that have to be separated. Preliminary investigations have shown that mechanical-chemical (MC-H) procedure of activation and magnetic concentration (MC) could contribute to separation of metallic from non-metallic minerals. Using the appropriate treatment in the vibrating mill with addition of NaOH from pyrite mineral, the molecular complex of jarosite is formed with high magnetic inductivity. Separation of the mentioned complex from the rest mineral matter from BFT is done on high-gradient magnetic separator by selection of suitable intensity of magnetic field and perform separation. The basic idea of treatment process of mineral waste is changing the coordination of pyrite crystal field into the spin complex of jarosite using the mechanical-chemical method and, and thus make changes in magnetic properties of metallic components of BFT. Complex arising from pyrite

* ITNMS, Bul. Franše d'Eperea 86, 11000 Beograd, Srbija

** Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

belongs to the so-called jarosite group of minerals of chemical formula $XFe_3''[(SO_4)_2(OH)_6]$, where X could be K , Na , Mg , Ag , NH_4 .

Formed complex from jarosite group is alkaline and ferrum sulphate with constitutional water and changed optical and magnetic properties, and consists of central metal ion ferrum Fe^{3+} surrounded by ligands, which are considered as a dotted charge.

Key words: mechanical-chemical activation, vibrating mill, magnetic separator, pyrite, natrojarosite, spin complex.

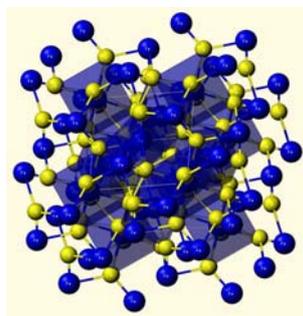
UVOD

Prelimarna istraživanja imala su zadatak da utvrde da li je moguće mehano-hemijskim postupkom i uz dodatak NaOH uticati na magnetne karakteristike komponenta BFJ tako da se dobju jarozitne strukture iz pirita. Pripremljena su dva opita u kojima je vršen MC-H tretman BFJ sa NaOH i bez ovog reagensa. U opitu mehano-hemijskiog tretmana BFJ sa 4% NaOH došlo je do stvaranja natrojarozita iz piritne komponente koji je imao promjenjene magnetne osobine. Opit MC-H tretirane BFJ bez NaOH pokazao je mnogo manje promene magnetnih osobina u odnosu na polazni uzorak BFJ koji nije MC-H tretiran. U radu je korišćen vibracioni mlin Wedag Humbolt za proces suve mehanohemijske aktivacije i visogredijentni magnetni separator (HGMS) Sala za proces mokre magnetne separacije. BFJ je aktivirana suvim postupkom u vibracionom mlinu sa i bez NaOH u vremenju trajanja aktiviranja (t_{akt}) 7 minuta. Nakon izlaganja BFJ mehano-hemijskom tretmanu, oba dobijena proizvoda podvrgnuta su

dejstvu magnetnog polja intenzita $B=0.6$ T, i tom prilikom došlo je do razdvajanja BFJ na magnetičnu i ne-magnetičnu frakciju. Rezultati istraživanja pokazuju da je jasno uočljiva razlika udela magnetičnih i nemagnetičnih proizvoda u funkciji dodatka NaOH. Smatra se da je nastanak natrojarozita iz piritnih mineralnih agregata ostvaren zahvaljujući procesu mehano-hemijske aktivacije sa NaOH i uvođenjem vode prilikom magnetne separacije. Preliminarna istraživanja daju nam za pravo da verujemo u proces fine separacije metalnih i nemetalnih minerala pomoću magnetnog koncentratora (HGMS) Sa-la, s obzirom da on ima široke mogućnosti u izboru intenziteta magnetne indukcije.

PROMENA MAGNETNIH SVOJSTAVA PIRITA

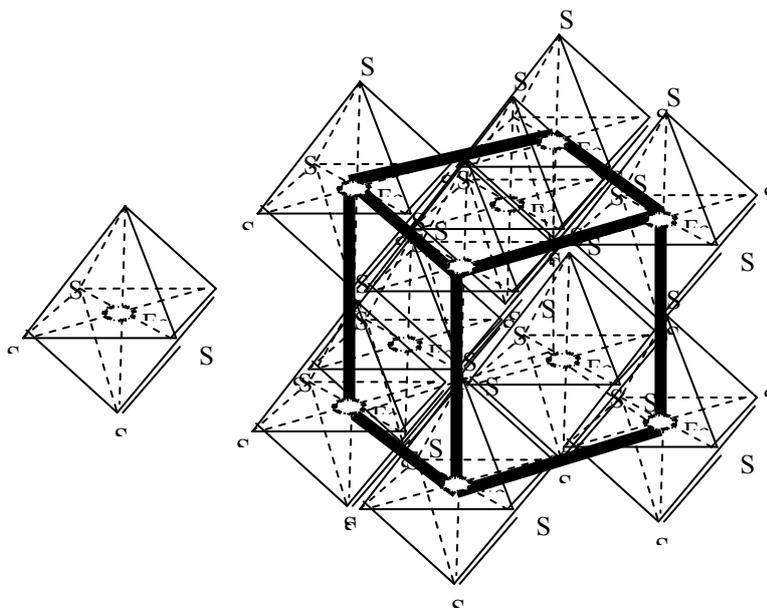
Pirit pripada grupi paramagnetičnih minerala. Pirit kao bisulfid feruma kristališe teseralno (kubično) u pentagonskoj hemiedriji. Kristalna rešetka pirita prikazana je na slici 1.



Sl. 1. Kristalna rešetka pirita

Prekrivanje praznih d^2sp^3 orbitala jona Fe^{2+} sa orbitalama šest donorskih atoma sumpora nastaje šest kovalentnih veza u atomu pirita. Ove veze usmerene su prema

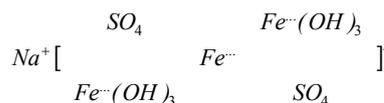
uglovima pravilnog oktaedra slika 2a. Oktaedri u molekularnoj strukturi pirita imaju izgled prema slici 2b.



Sl. 2. Molekulska struktura pirita

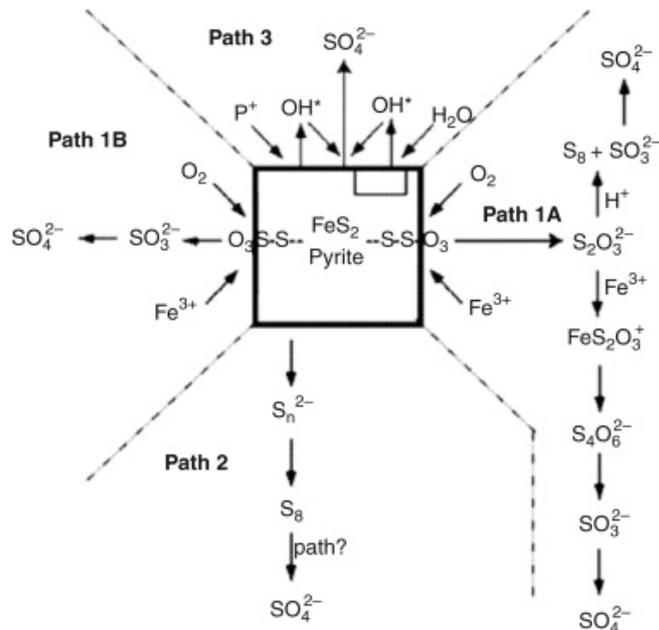
Pirit ima kubnu molekularnu strukturu, slika 2b, sastavljenu od površinski centrirane elementarne ćelije Brave. Ferum u strukturi pirita ima popunjenih 3 od pet 3d orbitala i ima šest praznina d^2sp^3 što ukazuje na uticaj liganda na elektro-nsku konfiguraciju centralnog jona. Odbijanje liganada i elektrona u orbitali $d_{x^2-y^2}$ i d_z^2 ima jači intenzitet nego u d_{xy} , d_{xz} i d_{yz} orbitali [1]. Jače odbijeni elektroni iz $d_{x^2-y^2}$ i d_z^2 orbitale stvaraju neznatni magnetni moment u kristalnoj rešeci pirita zbog čega je on paramagnetičan. Pri udaru čekićem u mineral pirit nastaju iskre i razvija se miris na sumpor dioksid [2]. Jarozit je sulfat alkalija i feruma sa vodom. Kristališe heksagonalno u romboedarskoj hemiedriji. Hemijska formula jarozita je $XFe_3[(SO_4)_2(OH)_6]$ gde X može biti K,

Na, Mg, Ag, NH_4 . Fizičke osobine prilično variraju prema hemijskom sastavu. Prikazani kompleks sa trovalentnim ferumom



poznat je kao natrojarozit sa šest molekula konstitucione vode i kvadratno piramidalnom strukturom. Prinudna oksidacija pirita koju smo imali u eksperimentu izazvana je mehano-hemijskim tretmanom i zavisi od difuzije kiseonika. Na slici 3 prikazana je šema nekih reakcija oksidacije pirita, [7].

Na vrhu slike 3 prikazana je "defect – photochemically" putanja gde rupe ili radikali reaguju i omogućavaju oksidaciju sumpora do sulfata.



Sl. 3. Reakcije oksidacije pirita

Magnetna svojstva minerala prema Polingu određuju se na osnovu vrednosti magnetnog momenta koji se može odrediti na osnovu jednostavne relacije, jed.1:

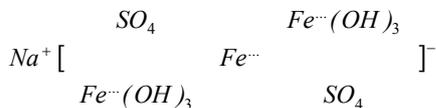
$$\mu_S = \sqrt{n(n+2)} \cdot \mu_B \dots\dots\dots 1$$

gde je:

n – broj nesparenih elektrona.

Očigledno je da prema ovoj formuli pirit nije magnetičan jer nema nesparenih elektrona.

Jarozitna molekulska struktura s obzirom da ima jon Fe^{3+} ima jedan nespareni elektron u d orbitali feruma. Shodno tome natrojarozit pokazuje magnetne osobine u odnosu na pirit koji je slabo magnetičan. Za pirit $\mu_S = 0\mu_B$, a za kompleks



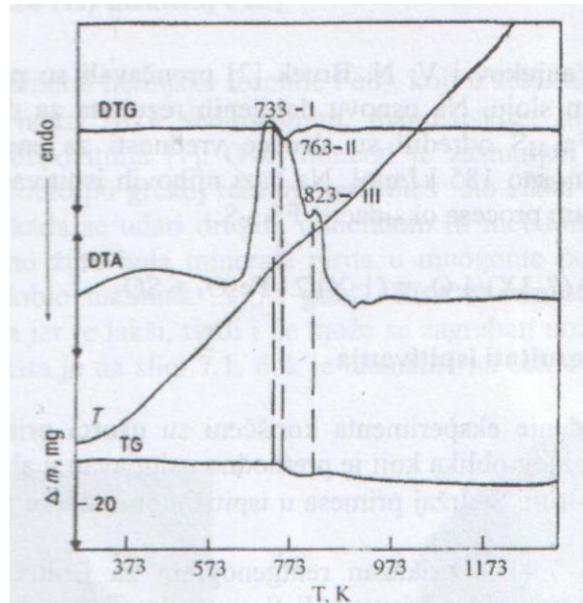
vrednost magnetnog momenta je

$$\mu_S = \sqrt{1(1+2)} \cdot \mu_B = 2,8 \mu_B.$$

Možemo zaključiti da je jon Fe^{3+} u kristalnoj strukturi natrojarozita odgovoran za povećanu magnetnu indukciju, i time promenjena magnetna svojstva BFJ.

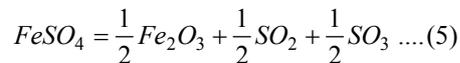
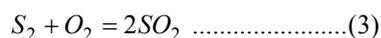
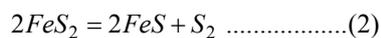
MEHANIZAM PROCESA OKSIDACIJE PIRITA

Za proces oksidacije pirita na temperaturi od 733 K javlja se jasno definisani egzotermni pik (I) na DTA krivoj slika 4 [3].



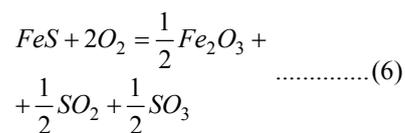
Sl. 4. DTA, TG i DTG krive za FeS_2

Postojanje pika (I) znači da je došlo do disocijacije pirita (jed.2). Nakon kratkog vremenskog perioda počinje oksidacija sumpora (jed.3) što rezultira drugim pikom (II) na DTA krivoj i gubitak mase usled izdvajanja SO_2 gasa što se vidi na DTG krivoj. Drugi proces počinje da se odvija pre završetka prvog pa se pikovi na DTA krivoj preklapaju. U toku daljeg zagrevanja na temperaturi od 823 K javlja se na DTA krivoj treći egzotermni pik (III) koji odgovara stanju sulfata. Stanje sulfata dokazuje se porastom mase uzorka na TG krivoj i njegovim daljim razlaganjem do stvaranja Fe_2O_3 uz izdvajanje gasovitih komponenti SO_2 i SO_3 , reakcija 4 i 5.



Zbirna reakcija procesa oksidacije sulfida

FeS_2 može se prikazati jednačinom 6.



MC-H TRETMAN BFJ I PRINUDNA OKSIDACIJA PIRITA

Reakcija minerala pirita u vibro mlinu tokom suvog postupka prikazana je jednačinom 7, a nastali produkt je pirotin FeS [4]. Fe u jednačini 7 potiče od meljućih tela što znači da je reakcija ograničena vremenom MC-H aktivacije.



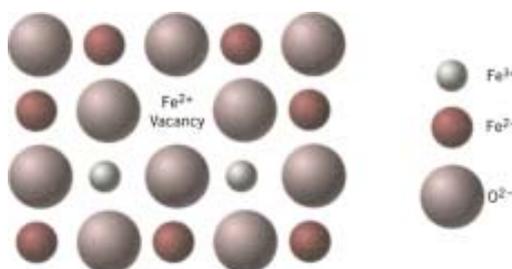
Pirotin je sulfid feruma. Kristališe heksagonalno [5]. Retko se nalazi u slobodnim pojedinačnim i jasnim kristalima. Magnetičan, katkad i polarno. I pored toga što pirotin, ili troilit kako ga drukčije nazivaju, se može predstaviti opštom formulom FeS, u njemu je skoro uvek prisutan izvestan višak sumpora. Pomenuti višak sumpora jako utiče na fizičke, fizičko-hemijske i mikroskopske osobine minerala.

U toku MC-H tretmana (prinudne oksidacije pirita) dešava se disocijacija

heksagonalne FeS strukture pirotina i monoklinske strukture sumpora. To dovodi do pojave vakancija na Fe položajima unutar nastale strukture pirotina. Defektna struktura pirotina je manje stabilna u poređenju sa kubnom rešetkom pirita, što dovodi do njene oksidacije i uvođenja kiseonika u vakantna mesta u rešetki pirotina jednačina 8.



Model prema kojem se stvaraju vakantna mesta prikazan je na slici 5.



Sl. 5. Nastanak vakantnih mesta u FeO

Prinudna oksidacija pirita u uzorka BFJ zavisi od toga da li je MC-H aktivacija vršena sa NaOH ili bez, a rezultati su prikazani na DTA dijagramima slika 6a i 6b. Kada je MC-H aktivacija vršena sa NaOH oko centralnog jona feruma usled povećanja radijusa liganada više ne može da stane šest jona već samo četiri. Koordinacioni broj se menja te kubna rešetka pirita prelazi u heksagonalnu natrojarožita. Pošto se vakantna mesta popunjavaju sa ligandima većeg radijusa onda postoji dodatna energija zbog promene koordinacionog broja te nastaje veći broj Fe³⁺ nego u procesu kada nema reagensa. Ovaj veći broj Fe³⁺ utiče na povećanu magnetnu indukciju.

Kada je MC-H tretman vršen bez NaOH onda nema promene koordinacionog broja jer nema reagensa koji bi spolja dolazio u vakantna mesta. Postoje vakantna mesta ali Fe²⁺ nije prešao u Fe³⁺

pa nema velike promene u magnetnoj indukciji što pokazuju i rezultati istraživanja.

Sa slike se uočava da je prinudna oksidacija pirita iz BFJ kvalitativno intenzivnija ukoliko je uzorak MC-H aktiviran sa NaOH.

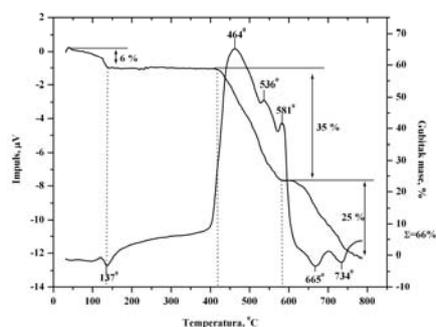
REZULTATI I DISKUSIJA

Oprema i postupak mehano-hemijskog tretmana

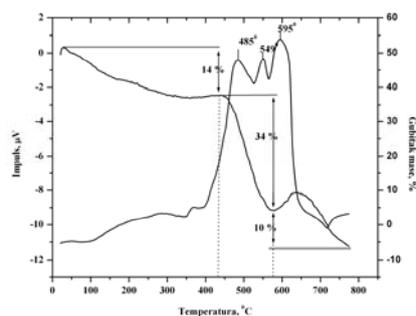
Postupak mehano-hemijskog tretmana vršen je u laboratorijskom vibro mlinu Humbolt. Mlin ima radnu temperaturu oko 340 K kada radi u kontinuitetu. Mlin može da ostvari rad dispergovanja u visini $7,3 \times 10^3 \text{ KJmol}^{-1}$. Stepem prenosa mehaničkog rada u toplotu je oko 10 % pa sledi zaključak da je usled dispergovanja moguće ostvariti rad na tretiranom uzorku od 730 KJmol^{-1} . To je prema literaturnim podacima koji su navedeni u uvodu

dovoljna energija da izazove cepanje pet nivoa d orbitala slobodnog jona feruma iz pirita u oktaedarskom ligandnom polju. Izvršena su dva opita *MC-H* tretiranja *BFJ*

suvim postupkom. U prvom opitu izvršeno je optimalno aktiviranje *BFJ* bez dodatka reagenasa. U drugom opitu je dodat *NaOH* u količini od 4%.



a)



b)

Sl. 6. DTA i TG krive za aktiviranu *BFJ* bez *NaOH* a) i sa *NaOH* b)

Oprema i postupak magnetne koncentracije

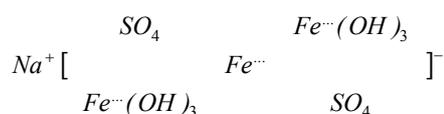
Magnetna koncentracija vršena je na visokogradijentnom magnetnom separatoru (HGMS) Sala u vodenoj sredini. Matrica visokogradijentnog magneta je bila prilagođena granulometrijskom sastavu tretiranog materijala. Magnetni koncentrat (HGMS) daje dva proizvoda od kojih je jedan magnetična frakcija (MF) a drugi nemagnetična frakcija (NMF). Indukcija magnetnog polja (MP) je izabrana da bude $B = 0,6$ T. Para-magnetični minerali

kao što je pirit, pri srednjem iznosu intenziteta (MP), imaju izvestan mali maseni udeo (MF). Oba *MC-H* tretirana uzorka *BFJ* podvrgnuta su postupku magnetne koncentracije. Rezultat odvajanja pojedinih frakcija prikazan je u tabeli 1. Dejstvu istog magnetnog polja $B=0,6$ T bio je izložen i uzorak *BFJ* koji nije *MC-H* aktiviran, i on je imao 90g MF i 210g NMF.

Tabela 1. Rezultati magnetne koncentracije M-H tretirane BFJ

Uzorak BFJ	MC-H tretman bez reagensa	MC-H tretman sa NaOH
Nemagnetična frakcija, g	206	50
Magnetična frakcija, g	94	250
Ukupno, g	300	300

Za kompleks



vrednost magnetnog momenta je

$$\mu_S = \sqrt{1(1+2)} \cdot \mu_B = 2,8 \mu_B,$$

a upravo je i odnos magnetičnih frakcija iz opita magnetne koncentracije, tabela 1, približno 2,8 (94 x 2,8 = 263,2).

ZAKLJUČAK

Na osnovi sprovedenih istraživanja vidi se da uz pomoć MC-H tretmana i magnetne kocentracije možemo uticati na razvoj procesa koji bi omogućili odvajanje metaličnih od nemetalčnih minerala. Metalčne mineralne sirovine imaju najmanje desetostruko veću vrednost u odnosu na nemetalčne pa stoga treba u tom kontekstu shvatiti tehnou ekonomsku funkciju razvoja iznetog postupka tretiranja BFJ.

Na dijagramima DTA i TG uočavaju se promene karakteristične za nastanak hidroksida feruma i sulfatnih jona [3] u funkciji temperature koje je data u stepenima Celzijusa. U MC-H procesu rad mlina je izazvao promene u molekulskoj strukturi i kristalnoj rešeci pirita, a energija mlina doprinela je stvaranju molekulskog kompleksa natrojarozita. Površinski centriranu kubnu rešetka pirita modifikovala se u primitivnu heksagonalnu rešetku natrojarozita.

ZAHVALNICA

Prikazani rezultati predstavljaju deo eksperimentalnog rad, koji je u toku na izradi Projekta TR-19021. Eksperimentalni deo je obavljen u okviru ITNMS-a.

LITERATURA

- [1] Dragica Minić, Ankica Antić-Jovanović, „Fizička Hemija“, Fakultet za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu, Beograd, (2005).
- [2] Milan Ilić, „Specijalna Mineralogija drugi deo“, ICS Beograd, Beograd, (1978).
- [3] Nada Štrbac, Dragan Živković, Živan Živković, Ivan Mihajlović, "Sulfidi – termijska, termodinamička i kinetička analiza", TFB, Bor, (2005).
- [4] V. I. Molčanov, T. S. Jusupov, Fizičke i himičeskie svojstva tonkodoergovanih mineralov, Nedra Moskva, (1981).
- [5] Svetislav Janjić, Predrag Ristić, Mineralogija, Naučna knjiga, Beograd, (1995).
- [6] Živan Živković, Bogomir Dobovišek, „Diferencijalno termička analiza-teorija i primena“, Tehnički fakultet Bor, (1984) Bor.
- [7] R. Murphy, D. Strongin, Surface reactivity of pyrite and related sulfides, Surface Science Reports, november 2008, str. 24-36.

UDK: 504.06:581.5:691.421(045)=861

Dragoljub Urošević, Milan Kostić**, Uroš Urošević****

**DOPRINOS POSTUPKU PROCENE UTICAJA NA
ŽIVOTNU SREDINU NA PRIMERU BUDUĆE FABRIKE
OPEKARSKIH PROIZVODA OD SEDIMENATA IZ
OTKRIVKE PK KOSTOLAC**

**CONTRIBUTION TO ASSESSING THE ENVIRONMENTAL
IMPACT WITH THE PROJECT DESIGN FOR THE FACTORY FOR
MANUFACTURING BRICK PRODUCTS FROM SEDIMENTS FROM
OVERBURDEN OF PK KOSTOLAC**

Izvod

Izrada Idejnog projekta i studije opravdanosti izgradnje fabrike opekarskih proizvoda od sedimenta iz otkrivke PK Kostolac, zahteva i analizu potencijalnih opasnosti po kvalitet životne sredine, koje bi eventualno nastale izgradnjom fabrike. Pored elemenata tehnološkog procesa i budućih objekata sa infrastrukturom, u radu su obrađeni svi elementi potrebni za izradu zahteva, koji se po zakonskoj regulativi za zaštitu životne sredine u Srbiji, mora dostaviti Ministarstvu za nauku i zaštitu životne sredine. Na bazi tog zahteva Ministarstvo definiše potrebu za izradom i sadržaj studije o uticaju na životnu sredinu.

Ključne reči: zaštita, životna sredina, studija opravdanosti

Abstract

The preparation of the project design and the feasibility study for building a factory for manufacturing brick products from sediments from overburden of PK Kostolac, requires also an analysis of potential environmental hazards which could result from the construction of such a factory. In addition to elements of the technological process and the future facilities with infrastructure, the paper presents all elements required to prepare requirements, which according to the legal regulations on environmental protection in Serbia, must be submitted to the Ministry of Science and Environmental Protection. The need for preparing, and the content of this study are defined based on requests from the Ministry.

Key words: protection, environment, feasibility study

* Institut za ispitivanje materijala, Beograd

** SPIK, Beograd

*** Beogradski vodovod i kanalizacija, Beograd

UVOD

Površinska eksploatacija uglja u Kostolačkom basenu, danas se odvija na tri površinska kopa: Drmno, Ćirikovac i Klenovnik. Posledica ove tehnologije je odlaganje više stotina miliona tona otkrivke, odnosno pratećih mineralnih sirovina, pretežno lesa i lesoidne gline. Do danas izrađene studije i ispitivanja mogućnosti korišćenja ovih sirovina kao sekundarne sirovine pokazale su da se od lesa i lesoidnih glina mogu dobiti kvalitetni opekarski proizvodi. Rezerve, način i vremenski period otkopavanja sirovina ukazuju da je u okolini lokacije rudnika pogodno za izgradnju fabrike opekarskih proizvoda.

Idejnim projekatom i studijom opravdanosti potvrđeno je da su raspoloživi sedimenti PK Kostolac po kvalitetu i količini apsolutno dovoljni za asortiman i obim proizvoda, koji definišu proizvodni program fabrike opekarskih proizvoda. Laboratorijskim ispitivanjima, industrijskom probom i ostalim ispitivanjima utvrđeno je da les i plastična glina, po svom kvalitetu i količini, kao i načinu otkopavanja su osnovna sirovina za definisani proizvodni program fabrike sledećih 20 godina. Od kompozita izmešanog lesa mogu se proizvoditi svi opekarski proizvodi po JUS-u. Izabrana su najsavremenija tehnološka i tehnička rešenja, a asortiman i obim proizvodnje su potvrđeni Studijom opravdanosti.

Idejnim projektom fabrike opekarskih proizvoda su data rešenja i ekonomska analiza opravdanosti, po kojima izgradnja fabrike ne ometa postojeće uslove odlaganja otkrivke, ali podrazumeva organizovano odlaganje lesa i lesoidnih glina. Dinamikom ulaganja je predviđeno da se sve aktivnosti od donošenja odluke do puštanja u pogon fabrike realizuju u roku od 2 godine. Realizacija nameravanog poslovnog poduhvata zahteva investiciona ulaganja u vrednosti od oko 20 miliona evra. Bilans uspeha pokazuje da će investitor u svakoj od 15 godina ekonomskog veka projekta ostvarivati dobitak

posle oporezivanja u rasponu oko 1,9 do 3,3 miliona evra.

SIROVINSKA BAZA

Lesni površinski sloj ležišta je debljine 20 m, beložute boje, izgrađen od sitno-peskovite i peskovite frakcije sa primesama CaCO_3 , veličine do 6 mm. Svi ispitivani sedimenti su glinovito - peskoviti alevriti. Sadržaj glinovite frakcije je u okvirima 13 - 18%, peskovite 14 - 34% i alvritske 52 - 70%.

Rezultati hemijskih i mineraloških ispitivanja kompozitnih uzoraka iz bušotina su pokazala da je sadržaj makro elemenata iz grupe silikata ujednačen: SiO_2 je u granicama 57-59%, Al_2O_3 13-15%, Na_2O 0,9-1.1% i K_2O 1.5-1.9%. Sadržaj FeO_3 je ujednačen oko 5%, a sadržaj rastvornih soli mali i veoma ujednačen. Najzastupljeniji mineral u uzorku je kvarc, prate ga feldspati iz grupe plagioklasa i karbonatni minerali: kalcit i dolomit. Od slojevitih silikata prisutni su hiorit i ilit, a prisustvo je i vrlo malo bubrećih minerala iz smektitske grupe, organske materije i hidroksida gvožđa.

Plastične gline, se javljaju u celom litostratigrafskom profilu ugljene serije ležišta Ćirikovac. Glina, u ugljenoj podini, je sitno peskovita i peskovita sa fragmentima glinaca i ugljenih čestica, uz prisustvo kvarca, vrlo malo liskuna i drugih akcesornih minerala. U povlatnim glinama dominantne komponente su kvarca, liskuna, retkih sitnih zrna oksidnih minerala gvožđa, karbonata, sigastih tvorevina CaCO_3 . Rezultati granulometrijskih analiza ukazuju na frakcije veličine od 0,001 do 0,250 mm, pri čemu alevrit učestvuje sa 73,57%, glina 21,49% i pesak 4,49%. Veličina zrna se kreće od 0.063 do 3 mm, a u najvišim slojevima ide i do 12 mm. Reakcija sa HCl (1: 3) je srednjeg intenziteta. Hemijskim ispitivanjem glina, konstatovano je: SiO_2 oko 57%, Al_2O_3 oko 17%, TiO_2 0,4%, MnO 0,05%, Fe_2O_3 4%, MgO 1,5%, CaO 5,5%, Na_2O 1%, K_2O

2%, organske materije 0.7% i H₂O i ostalo.

Elektrofilterski pepeo je iz TE Kostolac. Površine zemljišta na kojoj je odložen je jedan od glavnih problema za životnu sredinu. Rezultati ispitivanja granulometrijskog sastava pepela su sledeći: prosečna veličina zrna je 0.305 mm, a sadržaj klasa peska je oko 90%, klase praha oko 4% i klase ispod 5 mikrona oko 6%, dok je u klasi iznad 1mm ugalj.

Smeša uglja i gline (ugljena jalovina) je takođe sirovina. Ima sledeće karakteristike: vlažnost 30 – 38%, toplotna vrednost oko 5000 kJ/kg i granulometrijski sastav: od 0-4 mm, 50-60%, od 4-30 mm 20-35%, od 30-80 mm 10-15%.

Rezerve lesa sa ispitivanog ležišta su B kategorije. Iznose oko 62.5x10⁶, ali procena je da su daleko veće, jer nije istraživano celo ležište "Drmno".

Rezerve plastične gline su iz ležišta Ćirikovac, pripadaju C1 kategoriji i potrebna su dopunske istraživanja

TEHNOLOŠKI PROCES

Prethodna ispitivanja

Laboratorijska keramičko-tehnološka ispitivanja urađena za sve uzorke lesa i gline, pokazala su visoku plastičnost i osetljivost u procesu sušenja, odnosno da se mogu koristiti kao dodatak lesu, u cilju povećanja plastičnosti lesa i to maksimalno 15-20%.

Industrijska proba je urađena u ciglanu "Igma" Požarevac. Kompozit lesa i gline od 60 m³, za industrijsku probu izmešan je u razmeru 1:1, i po postojećoj tehnologiji u ovoj fabrici proizveden je blok-ispuna 280 x 160 x 250 mm, na temperaturi pečenja 970-1000⁰C. Proba je pokazala da, se od lesa mogu dobiti opekarski proizvodi dobrog kvaliteta uključujući i termo blok, koji je u suštini giter blok sa dodatkom sagorivih materija, koje posle pečenja daju proizvod manje mase sa više šupljina, i bolje termičke osobine. Glina je pokazala dobru plastičnost i

dobro oblikovanje sa linearnim skupljanjem u procesu sušenja. Na dobijenim uzorcima nije bilo pukotina..

Izbor lokacije fabrike U projektu su razmatrane tri moguće lokacije, obrađene studijom, a izabrana lokacija prikazana je na crtežu br. 1. Prednosti ove lokacije su: blizina unutrašnjeg odlagališta rudnika «Drmno» sa sigurnim količinama lesa je 2.0 km i to je osnovna-primarna deponija za fabriku, zatim blizina enegetskih objekata, najpovoljnije inženjersko-geološke i hidrološke karakteristike, dobre saobraćajne veze (mogućnost drumskog i železničkog saobraćaja) i dovoljna udaljenost od naselja, što je garancija manjeg uticaja na životnu sredinu.

Saobraćajnice. U neposrednoj blizini nalazi se lokalni asfaltni put, industrijski železnički kolosek.

Opis tehnološkog procesa

Tehnologija eksploatacije, transporta i deponovanja sirovina. Predviđeno je da, u okviru sadašnje tehnologije otkopavanja i transporta otkrivke, bager u ulaznom delu vršne etaže otkopa les, postojećim transportom ga odloži na južni deo postojećeg unutrašnjeg odlagališta. Ovako odložen les je primarna deponija (lesa) za rad fabrike. Plastična glina iz ležišta Ćirikovac, (iznad krovine ugljenog sloja), biće otkopana sadašnjom tehnologijom i odložena na privremeno unutrašnje odlagalište na kopu Ćirikovac, odakle će se, po potrebi uzimati glina za rad fabrike.

Otkopavanje sa unutrašnjeg odlagališta kopa Drmno, odvijaće se bagerom rovokopačem sa gusenicama, a prevoz do sandučastih dodavače fabrike, kamionima kiperima. Za otkopavanje i transport gline do deponije gline u krugu fabrike, predviđeni su, takođe bager rovokopač kamioni kiperi.

Otkop i transport elektrofilterskog pepela i ugljene jalovine takođe je rovokopačem i kamionima kiperima do deponija u krugu fabrike, a utovar u sandu-

časte dodavače fabrike utovarnom lopatom.

Idejnim projektom je predviđeno da se u fabričkom krugu, na prethodno poravnavatom i očišćenom terenu dimenzija 100 x 60m, formiraju deponije gline, elektrofilter-skog pepela i ugljene jalovine, visine 5-7 m sa kosinama odgovarajućeg nagiba

Elementi procesa proizvodnje opeke.

Na osnovu dobijenih rezultata o kvalitetu sirovina, kapaciteta fabrike i asortimana definisan je tehnološki proces proizvodnju svih opekarskih proizvoda po standardima JUS B.D1.015. i B.D1.014, koji ima sledeće faze: otkop, transport i doziranje sirovina, primarna i sekundarna prerada, proizvodnja i transport sirove i suve opeke, razlaganje i pakovanje pečenih proizvoda.

Osnovni asortiman je termo blok, dimenzija 380 x 250 x 240 mm sa 40% šupljina i mase u pečenom stanju 22 kg/kom. Ovaj proizvod je kao nov proizvod na ovom tržištu, a standardan je za Evropu, izabran je kao osnovni zbog tržišne orijentacije. Kao dopunski asortimani predviđeni su ostali opekarski elementi po ISO standardu ili JUS standardu.

Kapacitet projektovane fabrike je 14.700 termoblokova godišnje, odnosno sirove mase lesa i gline od 455.770 t ili pečene mase od 323.400 t godišnje. Radno vreme projektovane fabrike je 350 dana/god u tri smene dnevno. Predviđen broj zaposlenih je 153. Ostali karakteristični tehnološki normativi su: potrošnja dodataka u masi 5-10% od proizvoda koji se proizvodi, potrošnja mazuta 27.72 t/dan tj. 9,702 t/god, potrošnja tehnološke vode 50.4 m³/dan tj. 17.640 m³/god, potrošnja ulja i maziva 42 kg/dan tj. 14.7 t/god, potrošnja električne energije 50.820 kWh/dan tj. 17.787.000 kWh/god, potrošnja nafte 2.14 t/dan tj. 678 t/god.

Tehnički opis objekta Za izradu fabrike predviđen je čist, slobodan teren, dovoljan za gradnju svih objekata i deponije. vodovod za tehničku vodu, vodo-

vod za pitku vodu, kanalizacija, dalekovod električne struje dovoljne snage. Moguće je priključak na toplu vodu i na gas, jer su udaljeni oko 2 km.

Proizvodnja opeke se odvija u krugu fabrike gde centralni položaj zauzima proizvodna hala sa dve nadstrešnice. Unutar proizvodne hale predviđena je kompletna tehnološka linija za pripremu sirovine, proizvodnju opekarskih proizvoda i pakovanje gotovih proizvoda. Oko proizvodne hale raspoređeni su prateći objekti i platoi koji su povezani unutrašnjom saobraćajnicom i sve zajedno ogradjeno ogradom.

Proizvodna hala je projektovana kao «trobrodni» objekat ukupne širine 84,00 m i dužine 204,00 m i korisne visine 7,50 m. Krovni pokrivač je "Sendvič" od dva trapezasto profilisana čelična lima sa termo slojem od mineralne vune debljine 5cm. Krovne ravni su na dve vode sa nagibom 5%. Na delu hale gde je smeštena primarna i sekundarna prerada predviđen je kran nosivosti 10t raspona 24,00 m.

Tehnološko mašinskim projektom predviđeni su: tunelska peć, tunelska sušara, bazen za odležavanje gline, kolni mlin, diferencijalni mlinovi, vakuum prese, dodavači, transportne trake i kolosek.

Temelji mašina i opreme su od betona koji je armiran po obimnim površinama kao i u neposrednoj blizini ankera i ankernih rupa. Svi vidni delovi temelja rade se u natur betonu tako da posle betoniranja nije potrebna posebna obrada. Unutar hale predviđena je trafostanica, prostorija za dizel agregat kao i prostorija za magacin rezervnih delova, radionica za održavanje i popravku opreme, kao i laboratorija za ispitivanje sirovih i gotovih proizvoda. Za potrebe proizvodnih radnika unutar hale je predviđen sanitarni čvor posebno za muško a posebno za žensko osoblje sa dovoljnim brojem WC-a i tuš kabina, kao i muška i ženska garderoba.

Infrastrukturuom su obuhvaćeni vodovod, kanalizacija, elektroinstalacija, gre-

janje, saobraćajnice, sporedni objekti (platoi za gotovu robu, upravna zgrada, auto, elektro i mehaničarska radionica, garaže, tesarska radionica, čuvarska kućica, rezervoar goriva za proizvodnju, rezervoar goriva za grejanje, pumpe i rezervoari za auto gorivo, septička jama, rezervoari za tehničku i protivpožarnu vodu i dr.).

MOGUĆI NEPOVOLJNI UTICAJI NA ŽIVOTNU SREDINU

Paralelno sa sprovedenom analizom projektovanog tehnološkog procesa i izborom lokacije za izgradnju fabrike za proizvodnju opekarskih proizvoda, definisan je i uticaj ove fabrike na životnu sredinu. Zakonima o zaštiti životne sredine i proceni uticaja na životnu sredinu, predviđena je procedura za procenu uticaja na životnu sredinu. Osnovni aspekti sadržaja tog zahteva se daju u nastavku, pri čemu su obrađeni svi analizirani elementi kao mogući uticaji na životnu sredinu, sa odgovarajućim obrazloženjem u pogledu projektom predviđenih mera zaštite životne sredine od uticaja projektovane fabrike opekarski proizvoda.

Postupak izrade studije o proceni uticaja na životnu sredinu podrazumevao je da se sprovede procedura definisana aktuelnim zakonskim regulativama u Srbiji (1,2,3,4,5,6,7). Procedura je počela izradom **Zahteva za odlučivanje o potrebi procene uticaja na životnu sredinu**, koji je imao dve celine: (1) opis lokacije i poslovnog poduhvata sa obradom bitnih elemenata za zaštitu životne sredine i (2) izradu preciznih (detaljnih) odgovora na sistem od 27 pitanja iz oblasti procene uticaja novog objekta na životnu sredinu, definisanih posebnim aktom Upitnik, a na bazi Pravilnika (6), podataka iz idejnog projekta i mišljenja Zavoda za zaštitu prirode. Ovakav Zahtev, sa odgovarajućim dopisom, dostavljen je Ministarstvu za

zaštitu životne sredine, koje je objavilo oglas u dnevnom listu, da postoji predmetni zahtev i da je u narednih 20 dana dostupan javnosti na uvid i sugestije.

Nakon isteka ovog vremena, pošto na Zahtev nije bilo primedbi, Ministarstvo za zaštitu životne sredine je donelo odluku o potrebi izrade Studije uticaja i o tome dopisom obavestilo Nosioca projekta, Pošto je odluka o potrebi izrade Studije pozitivna, nosilac projekta je uradio **Zahtev za utvrđivanje sadržaja i obima studije o proceni uticaja na životnu sredinu**, koji je takođe, imao dve celine: (1) opis lokacije i poslovnog poduhvata sa detaljnom obradom bitnih elemenata za zaštitu životne sredine i (2) izradu preciznih (detaljnih) odgovora na sistem od 100 pitanja iz oblasti procene uticaja novog objekta na životnu sredinu, definisanih posebnim aktom Upitnik, a na bazi Pravilnika (7), podataka iz idejnog projekta i mišljenja Zavoda za zaštitu prirode. Ovako urađen zahtev, sa odgovarajućim dopisom, dostavljen je Ministarstvu za zaštitu životne sredine, koje je odredilo obim i sadržaj Studije, i o tome objavilo oglas u dnevnom listu, da je u narednih 20 dana dostupan javnosti na uvid i sugestije.

Po isteku vremena predviđenog za javni uvid, na koji nije bilo primedbi, Nosilac projekta je u okviru raspoloživih godinu dana da izradi Studiju, ongažovao firmu SPIK da uradi predmetnu Studiju koja treba obavezno da sadrži: (1) podatke o nosiocu projekta, (2) opis lokacije na kojoj se planira izvođenje projekta (mikro i makro lokacija), (3) opis projekta, (4) prikaz glavnih alternativa koje je nosilac projekta razmatrao, (5) prikaz stanja životne sredine na lokaciji i bližoj okolini (mikro i makro lokacija), (6) opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu, (7) procenu uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa, (8) opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja i gde je to moguće, otklanjanja

svakog značajnijeg štetnog uticaja na životnu sredinu, (9) program praćenja uticaja na životnu sredinu, (10) podatke o tehničkim nedostacima ili nepostojanju odgovarajućih stručnih znanja i veština ili nemogućnosti da se pribave odgovarajući podaci, i (11) netehnički kraći prikaz podataka navedenih u tač.2 do 9.

Podloge za izradu Studije o proceni uticaja na životnu sredinu, odnosno za konstataciju stanja, procenu uticaja na životnu sredinu i procenu troškova štete i budućih ulaganja radi zaštite životne sredine, su bile sledeće: (1) Dokumentacija o lokaciji-Situacioni plan objekta i bliže okoline, Kopije plana katastarskih parcela na kojima je predmetni objekat, Geodetski parametri industrijskog kruga, odnosno predmetnog prostora i Geološke, hidrogeološke i hidrološke karakteristike predmetnog prostora i bliže okoline; (2) Stručna dokumentacija (tekst i grafika) o izgradnji objekata: arhitektonsko-gradjevinska, tehnološko-mašinska, infrastruktura (energija, struja, gas, naftni derivati, voda, kanalizacija, ventilacija, filtracija, saobraćaj), industrijski krug (objekti, skladišta sirovina, energenata, saobraćajnice, odlagališta otpadnih materijala) i planovi i projekti u oblasti uređenja i planiranja prostora; (3) studije, ekspertize, analize, ugovori o osiguranju, izveštaji inspekcija, saglasnosti, dozvole i kazne - sve u vezi zaštite na radu i zaštite životne sredine; (4) podaci o otpadnim materijalima bitnim za zagađenje vazduha, voda (površinskih i podzemnih) i zemljišta, kao i podaci o buci, vibracijama i zračenjima i (5) uslovi i saglasnosti nadležnih organa i organizacija u skladu sa zakonskim regulativima i to obavezno: zavoda za zaštitu prirode, zavoda za zaštitu kulturno istorijskih spomenika i saglasnosti Elektro-distribucije, Vodoprivrede, Direkcije za puteve, Telefonije i dr.

Elaborat o bezbednosti na radu i zaštiti zdravlja zaposlenih, kao poseban deo, bio je sastavni deo obaveza koje je

Naručilac bio dužan da uradi, u cilju ispunjenja bezbednosnih uslova za rad preduzimanjem odgovarajućih mera za zaštitu na radu i zdravlja zaposlenih. Cilj je da se: (1) smanji rizik od mehaničkog povredjivanja, opasnog dejstva električne struje, štetnih materija i sl., (2) prilagodi rad radniku, naročito u pogledu koncipiranja radnog mesta, izbora opreme i orudja za rad, (3) sprovedu mere prevencije u tehnologiji, organizaciji rada i radnim uslovima i daju odgovarajuća uputstva radnicima, (4) proceni zdravstveno stanje radnika i njihova sigurnost u radu, uz obaveznu obuku radnika za bezbedan rad i (5) primene odgovarajuće mere bezbednosti i da se samo radnicima, koji su dobili odgovarajuća uputstva, dozvoljava pristup u zone opasnosti po zdravlje i život radnika. Izrada Elaborata o bezbednosti na radu i zaštiti zdravlja zaposlenih, je takođe obavezan, ali po Zakonu o bezbednosti na radu i zaštiti zdravlja. (Nije predmet Studije o proceni uticaja na životnu sredinu).

Ovaj elaborat je obradio sledeća poglavlja: (1) obezbedjenje od uticaja fizičkih i hemijskih štetnosti, (2) obezbedjenje od buke i vibracija, (3) obezbedjenje mikroklimatskih uslova, (4) obezbedjenje uslova osvetljenosti, (5) obezbedjenje od mehaničkih povredjivanja, (6) obezbedjenje pri kretanju radnika na radu i transportu, (7) obezbedjenje od električne struje, (8) obezbedjenje higijenskih uslova, (9) obezbedjenje primene adekvatnih ličnih zaštitnih sredstava i (10) organizacione i normativne mere bezbednosti.

Analiza mogućnosti zagađivanja životne sredine

Mogućnosti zagađenja vazduha. Projektovna fabrika će, sa aspekta zagađenja vazduha ispuštati štetne materije, praktično sa dve lokacije. Prva lokacija su deponije sirovina, naročito les, a druga lo-

kacija je u industrijskom krugu fabrike, i to kao posledica sagorevanja mazuta. Karakteristične zagađujuće materije su: sa deponija lesa i gline prašina, iz sistema za sagorevanje mazuta: sumpor-dioksid, čađ, čvrste čestice i oksidi azota i sa deponija u industrijskom krugu prašina.

Deponije sirovina na površinskom kopu. Pošto su deponije sirovina na površinskim kopovima (les i plastična glina) neuporedivo manje u odnosu na površine koje zauzimaju kopovi «Drmno» i «Kostolac», emisije prašina sa ovih deponija su takođe, neuporedivo male u odnosu na emisije prašina sa kopova. Saniranjem emisija prašine sa površinskih kopova biće rešen i problem emisija sa deponija sirovina. Procenom je utvrđena vrednost emisije prašine, samo sa deponije sirovina, koja u ovom slučaju, za brzinu vetra od 6 m/s (što je dvostruko veća vrednost od prosečne) i za površinu izloženu vetru od $F = 1500 \text{ m}^2$, iznosi $E_d = 15-75 \text{ g/s}$.

Sistemi za sagorevanje mazuta. Fabrika ima tri sistema za sagorevanje mazuta. Dva za dobijanje toplotne energije za sušenje i pečenje opekarskih proizvoda, a treći za zagrevanje poslovnih prostorija. Ovaj treći sistem radi samo u zimskom periodu, 4-5 meseci i vrlo malog je kapaciteta, pa je u analizi računato samo sa sistemima za dobijanje toplotne energije za proizvodnju opekarskih proizvoda (sušenje i pečenje). Procena emisija štetnih materija, prilikom sagorevanja mazuta u postrojenjima za proizvodnju toplotne energije, obuhvata četiri vrste zagađujućih materija: čvrste čestice, okside sumpora, okside azota i okside ugljenika. Rezultati su sledeći: emisija čvrstih čestica, $E_c = 0.292 \text{ g/s}$, emisija sumpordioksida: $E_s = 3.18 \text{ g/s}$, emisija ugljenmonoksida, $E_c = 0.004 \text{ g/s}$, emisija azotnih oksida, $E_n = 0.006 \text{ g/s}$.

Sistemi za sušenje i pečenje gline. Procesi sušenja i pečenja, imaju za posledicu emitovanje štetnih materija, uglavnom oksida sumpora i ugljenika i nekih organskih materija, a kao nus proizvod pojavljuje se vodena para. Emisije produkata sušenja i pečenja glinenih proizvoda

su: oksidi sumpora u tragovima, oksidi ugljenika 0.17 g/h i organske materije 0.06 g/h .

Sistem za otprašivanje u pogonu za pripremu sirovina. Projektom je predviđeno da u pogonu za primarnu preradu sirovina, radi obezbeđenja radnih uslova sa aspekta prisustva prašine u radnom prostoru, bude instaliran sistem za odvođenje zaprašenog vazduha na mestima gde se prašina stvara. Ta mesta su, kod pretovara i usitnjavanja sirovina (les, glina, elektrofilterski pepeo i ugljena jalovina). Na ovim mestima je moguće da se obrazuju koncentracije prašine u vazduhu i do 1500 mg/m^3 . Ukoliko se ne bi primenio sistem za otprašivanje, emisija prašine iz ovog pogona bi iznosila za šest izvora $E_p = 32,4 \text{ kg/h}$.

Deponije sirovina u industrijskom krugu fabrike su mali izvori prašine i ne predstavljaju opasnost po životnu sredinu. Vrednosti emisija: za pepeo 3.75 g/s , za glinu $0,75 \text{ g/s}$ i za les 1.5 g/s .

Mogućnosti zagađenja voda i zemljišta. Projektovana fabrika nema tečnih i čvrstih otpadnih materija, koje bi mogle da dopru do podzemnih voda (površinskih nema u blizini). Deponije sirovina (lesa, gline, elektrofilterskog pepela i ugljene gline) koje su u industrijskom krugu mogu potencijalno da ugroze podzemne vode i eventualno zemljište u neposrednoj blizini. Spirne vode sa slivnih površina deponija, kao posledica atmosferskih padavina, mogle bi noseći sa sobom materije sa deponija da dospu do podzemnih voda. Pod uticajem vetra čestice materija sa ove deponije mogle bi da dospu na površinu zemljišta u neposrednoj blizini fabrike. Opasnost od zagađenja podzemnih voda i zemljišta pretili i od eventualne havarije rezervoara za mazut i autogorivo, odnosno od izlivanja nafte, benzina i mazuta na zemljište, odakle bi ove materije mogle da dospu i u podzemne vode.

Mogućnost emitovanja štetne buke i vibracija. Buka koju će emitovati fabrika neće preći 70 dB (A) na granici industrijskog kruga. Sa udaljavanjem od ove granice buka naglo opada. Fabrika ne emituje nikakve vibracije.

Mogućnost emitovanja toplote. Projektovani tehnološki proces iako zahteva toplotnu energiju, ne emituje toplotu i nema nikakve sisteme za hlađenje.

Mogućnost emitovanja zračenja. Projektovani tehnološki proces ne emituje nikakva zračenja, niti ima uređaje koji rade na principu zračenja bilo kakve vrste.

Mogućnost snabdevanja vodom za piće. Fabrika će vodu za piće imati nakon priključenja na međugradsku vodovodnu mrežu na najbližem mestu.

Mogućnost snabdevanja tehnološkom vodom. Tehnološka voda za fabriku se koristi iz rezervoara za tehnološku vodu, koji se puni atmosferskom vodom sa krovova fabrike putem sistema sabirnih cevovoda i eventualno iz vodovodne mreže za pijaću vodu.

Mogućnost reciklaže. U projektovanom tehnološkom procesu, niti u industrijskom krugu ne odvija se nikakav proces reciklaže. Otpadne materije komunalnog tipa se skupljaju u odgovarajući kontejner i periodično odvoze na deponiju komunalnog otpada.

Primenjena osnovna tehnička rešenja za zaštitu životnu sredine

Kompletan sistem fabrike opearskih proizvoda, u suštini moderno tehničko rešenje u okviru koga se posebno vodilo računa o zaštiti u radnoj sredini i zaštiti životne sredine. I pored ovoga, primenjena su i sledeća tehnička rešenja, kao dopunska rešenja zaštite životne sredine.

Smanjenje emisije prašine sa deponija sirovina na površinskom kopu - Za reali-

zaciju ove mere zaštite predviđeno je manje vozilo-cisterna do 5m³ sa hidromonitorom-vodenim topom. Mobilnost i veličina cisterne omogućava pristup svim mestima gde se uzima sirovina, a i na drugim na deponiji ako je potrebno.

Smanjenje emisija iz sistema za sagorevanje mazuta. Zbog mogućnosti korišćenja neadekvatnog goriva (mazut sa većim sadržajem sumpora), predviđeno je da sistemi za sagorevanje mazuta imaju adekvatne filtere. Programom izgradnje fabrike predviđena je i nabavka filtera.

Smanjenje emisija iz sušare i peći za pečenje gline. Emisije štetnih materija iz ovih sistema su beznačajne za životnu sredinu, jer se radi o malim količinama toplog vazduha i vodene pare.

Sistem za otprašivanje u pogonu za pripremu sirovina. Projektovan je sistem za otprašivanje koji u svom sastavu ima i adekvatni vrećasti filter radi prečišćavanja zaprašenog vazduha, do dozvoljenih granica, po zakonskoj regulativi, pre nego što se izbacuje u atmosferu.

Smanjenje emisija prašine sa deponija u industrijskom krugu fabrike. Principijelno, rešenje za smanjenje emisija prašine je kvašenje deponija vodom. U ovom slučaju postupak može da se izvede korišćenjem hidrantske mreže u industrijskom krugu i odgovarajućeg creva sa mlaznicom.

Ostala primenjena tehnička rešenja zaštite životne sredine su u oblasti organizacionih i tehničkih rešenja, a predstavljaju dobru meru zaštite, kako u radnoj sredini tako i životne sredine. To se pre svega odnosi na obavezu investitora da, na bazi odgovarajućih uslova sa nadležnim institucijama, izradi: (1) tehničku dokumentaciju za svaki od planiranih objekata i sadržaja u kompleksu fabrike, (2) projekat internih i priključnih saobraćajnih površina, kao i projekte pratećih infrastruk-

turnih mreža i objekata, (3) projekat eksploatacije deponija lesa i gline, odnosno sirovina sa prikazom načina eksploatacije, merama zaštite i sanacije životne sredine, (4) projekat rekultivacije degradiranih površina, koje ostaju po iscrpljivanju deponija lesa i gline, sa deponija formiranih na odlagalištima površinskih kopova «Drmno» i «Ćirikovac».

Rekultivacija. U toku i po završetku izvođenja radova na eksploataciji lesa i gline, u skladu sa planom rada kopa, a najkasnije u roku od godinu dana od dana završetka radova, treba izvršiti rekultivaciju zemljišta, odnosno preduzeti mere zaštite zemljišta na kome su se izvodili radovi. U toku izgradnje i uređenja kompleksa fabrike treba izvršiti ozelenjavanje svih površina koje nisu obuhvaćene saobraćajnim površinama i (na eksploatacionom polju) nisu predviđene za drugu namenu u sistemu kopova.

Rezervoar za gorivo. Obavezno predvideti nepropusnu tankvanu oko rezervoara za gorivo, kako bi se sprečilo eventualno razlivanje goriva u okolinu tokom eksploatacije ili pri havariji.

Separatni kanalizacioni sistem fekalne vode. Treba da se odvode u vodonepropusnu i besprelivnu septičku jamu. Pražnjenje ovih jama organizovati preko nadležnog JKP.

Atmosferske vode. Sa krovova objekata ove vode se evakušu u rezervoare tehnološke vode, a sa manipulativnih platforma i saobraćajnica, preko mehaničkog taložnika u obližnji kanal, a potom u zelene površine. Atmosferske vode sa terena u okolini lokalne pumpe i rezervoara za gorivo treba prikupiti, odgovarajućim padovima, u sabirni taložnik–separator, pa tek prečišćene priključiti ostalim atmosferskim vodama. Pražnjenje separatora organizovati preko nadležnog JKP.

Ventilacija. Treba predvideti odgovarajući sistem ventilacije iznad tunelske sušare i tunelske peći i po potrebi izvršiti postavljanje filtera kako bi se smanjila emisija zagađujućih materija u okolinu kompleksa, poštujući odgovarajuću zakonsku regulativu.

Kvašenje. Prskanjem terena na otvorenoj deponiji, u sušnom periodu sprečiti raznošenje prašine u okolinu.

Čvrst otpad. Posebnu pažnju posvetiti čvrstom otpadu i to, kako komunalnim, tako i tehnološkim otpadnim materijama. Obezbediti mesto i sudove za prihvatanje komunalnog otpada u kompleksu. Isto tako predvideti njegovo redovno odnošenje van kruga kompleksa od strane nadležnog JKP-a. Zabranjeno je bilo kakvo spaljivanje komunalnog otpada i (ambalaže) u kompleksu. Tehnološki otpad razdvojiti prema vrsti i mestu nastanka (opekarski lom, ambalaža, zamenjeni delovi opreme i sl.), i predvideti prostor za njegovo odlaganje, a nakon završetka eksploatacije prostor rekultivisati i privesti novoj nameni.

Ozelenjavanje oko kompleksa podići odgovarajuću bio barijeru (odgovarajućim zasadima) koji će apsorbovati deo emitovane prašine koja se javlja pri eksploataciji gline i deo buke koji se emituje iz kompleksa, a koja će oplemeniti i vizuelno zaštititi prostor.

Rezervoar za mazut. Za obezbeđenje potrebne količine mazuta, predviđena je izgradnja metalnog rezervoara u krugu fabrike, koji može da bude potencijalni zagađivač zemljišta i podzemnih voda. Zato oko rezervoara treba predvideti nepropusne takvane.

Trafostanica. Snabdevanje električnom energijom predviđeno je iz postojećih trafostanica koje su u sastavu kopa. PTT linije

biće dovedene sa postojećih PTT centrala koje su u sastavu kopova.

Zaštita od požara. Vodu dovesti sa najbližeg mesta na kopu, a za zaštitu od požara predviđena je i izgradnja dodatnog protivpožarnog rezervoara u sastavu fabrike.

Dimnjak. Pri pečenju i sušenju stvara se veća količina dimnih gasova. Pošto je sadržaj fluora i sumpora u dimnom gasu u tragovima, dimnjak peći će biti nešto viši od krova hale.

Procena rizika

Projektovani tehnološki proces u fabrici opekarskih proizvoda predstavlja savremeno koncipirano postrojenje, sa više aspekata u pogledu pouzdanosti, i više parcijalnih tehnoloških i tehničkih rešenja, za sprečavanje uticaja na životnu sredinu. Na taj način je obezbeđen minimalan rizik u pogledu otkazivanja rada sistema, jer je svako parcijalno tehničko rešenje predviđeno da u potpunosti odgovori zahtevima i kritičnog režima rada tehnološkog procesa.

Mere u slučaju udesa

Projektovana fabrika opekarskih proizvoda spada u objekte, koji kada dođe u njima do udesa, nemaju gotovo nikakav uticaj na životnu sredinu. Eventualni udesi se svode na privremene neispravnosti jednostavnih sistema, kao što su kanalizacija, sistem za otprašivanje ili sl, koji se mogu u kratkom vremenskom roku da poprave. Jedina opasnost sa aspekta udesa, je pojava požara, kako u samoj fabrici, tako i na rezervoarima goriva. U cilju sprečavanja ovakvih pojava, pored preventivnih mera praćenja stanja u fabrici, predviđen je i odgovarajući sistem za gašenje požara

izgradnjom hidrantske mreže i postavljanjem većeg broja adekvatnih protivpožarnih aparata, kao i odgovarajuća obuka zaposlenih iz oblasti zaštite od požara.

PROCENA UTICAJA PROJEKTOVANE TEHNOLOGIJE NA ŽIVOTNU SREDINU

Na osnovu sprovedene analize, konstatovano je da je fabrika locirana na dobrom mestu, na kome i sa koga nema bitan uticaj na remećenje sadašnjeg kvaliteta životne sredine. Elementi ove konstatacije su sledeći.

Stanovništvo. Projektovana fabrika ne utiče nepovoljno na okolno stanovništvo sa aspekta raseljavanja ili zdravstvenog aspekta.

Flora i fauna. Projektovana fabrika nema uticaja na svu floru i faunu u životnoj sredini, ni u najužem smislu.

Vazduh. Projektovana fabrika nema uticaja na zagađenje vazduha.

Voda za piće. Projektovana fabrika nema uticaja na podzemne vode, pa samim tim i na vode za piće ukoliko se koriste iz bunara.

Zemljište i podzemni vodotokovi. Zbog prisustva sirovina za opekarske proizvode i rezervoara za mazut i autogorivo u industrijskom krugu fabrike moguće je da dođe do zagađivanja podzemnih vodotokova i zemljišta ali lokalno. Zato treba preduzeti odgovarajuće mere zaštite.

Buka i vibracije. Nema opravdanih razloga da bi buka u fabrici mogla da remeti životnu sredinu. Međutim pošto je izvesno da bi bila nepovoljna u radnoj sredini, treba preduzeti odgovarajuće mere zaštite u radnoj sredini, čime bi se postigao efekat i za životnu sredinu.

Kulturna dobra. Na prostoru u široj okolini fabrike nema kulturnih dobara.

Pejsaž. Izgradnjom velikih rudarskih objekata, koji su još aktivni, ovaj prostor je

izgubio pejisaž koji je imao. Pojava fabrike će svakako, doprineti pogoršanju te slike, ali će njen arhitektonski izgled poboljšati opšti vizuelni utisak.

Opasnost od udesa. Fabrika je tako projektovana da je mogućnost udesa svedena na najmanju moguću meru. Ukoliko bi došlo do neke havarije u tehnološkom procesu, to se ne bi odrazilo nepovoljno na kvalitet životne sredine. Opasnost od eventualnog požara u fabrici, zbog velike udaljenosti naselja, ne bi se odrazila na okolno stanovništvo.

Uticaj na klimatske uslove. Nema uticaja na promenu klimatskih uslova

Uticaj na eko-sisteme. Nema evidentiranih eko-sistema, ni u široj okolini.

Uticaj na namenu i korišćenje zemljišta. Zauzeto zemljište je eksproprijirano zbog površinskog otkopa „Drmno“, čime mu je već promenjena namena. Ocena uticaja fabrike na namenu i korišćenje zemljišta je time devalvirana, odnosno nema značaja.

Uticaj na zaštićena prirodna i kulturna dobra. Nema zaštićenih prirodnih i kulturnih dobara u blizini.

ZAKLJUČAK

Projektovana tehnološka i tehnička rešenja proizvodnog programa i mera zaštite u radnoj i zaštite životne sredine, potvrđuju da neće doći do štetnog uticaja fabrike na životnu sredinu. Analizirani elementi mogućeg nepovoljnog uticaja na životnu sredinu omogućavaju autoru zahteva da sigurno i argumentovano pripremi Studije o uticaju na životnu sredinu i uputi je Ministarstvu zaštite životne sredine, na reviziju.

Ovaj rad je rezultat istraživačkog procesa u okviru programa rada na projektu „Is-

traživaje, razvoj i primena metoda i postupaka ispitivanja, kontrolisanja i sertifikacije nemetalčnih građevinskih proizvoda, otpadnih materijala i upravljanjem rizikom u skladu sa međunarodnim standardima“ ev. br. 19017. a rad na njemu je počeo u okviru istraživanja u projektu „Istraživanje, razvoj i primena metoda i postupaka ispitivanja, kontrolisanja i sertifikacije građevinskih proizvoda u skladu sa zahtevima međunarodnih standarda i propisa“ – ev. br. TD7024B. Oba projekta je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnologiju Srbije, u okviru kojih je tretirana i problematika usaglašavanja postupaka upravljanja kvalitetom životne sredine, kada su u pitanju tehnička rešenja zaštite u radnoj sredini u pogonima za proizvodnju građevinskog materijala i preradu građevinskog otpada.

LITERATURA

- [1] Studija mogućnosti proizvodnje i plasmana građevinskih elemenata iz pratećih sedimenata ugljene serije PK Kostolac, izrađene 2003., Georad Kostolac i IMS Beograd.
- [2] Elaborat o rezervama i kvalitetu lesa sa kopa Drmno za proizvodnju opekarskih proizvoda, izrađen 2005. godine, Georad Kostolac i IMS Beograd.
- [3] Zakon o zaštiti životne sredine („Sl.glasnik RS“, br.135/04)
- [4] Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl.glasnik RS“, br.135/04)
- [5] Uredba o utvrđivanju Liste projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS“, br. 84/05)

- [6] Pravilnik o sadržini zahteva za odlučivanje o potrebi procene uticaja i sadržini zahteva za određivanje obima i sadržine studije o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS“, br. 69/05)
- [7] Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS“, br. 69/05)

UDK: 551:622.343(045)=861

Miroslava Maksimović, Goran Pačkovski*, Milenko Jovanović*, Krsta Nikolić***

**POKAZATELJI GEOLOŠKO-EKONOMSKE OCENE
TEHNOGENOG LEŽIŠTA „DEPO ŠLJAKA-1”**

**GEOLOGICALY-ECONOMIC ESTIMATE INDICATORS OF
TECHOGENE DEPOSIT „DEPO ŠLJAKA-1”**

Izvod

Pokazatelji geološko-ekonomske ocene su analizirani i konkretno izraženi preko naturalnog i vrednosnog izraza. Pomenuti pokazatelji predstavljaju osnovu kompleksnog sagledavanja i utvrđivanja vrednosti konkretnog ležišta, kao i određivanje njegovog mesta u mineralnoj ekonomiji, odnosno mineralno-sirovinskoj bazi svake zemlje. U svim stadijumima istraživanja ovi pokazatelji se razmatraju zajedno, i ako mnogi od njih, u prvim stadijumima istraživanja, mogu biti grubo procenjeni ili utvrđeni na bazi analogije. U fazi detaljnih i eksploatacionih istraživanja ovi pokazatelji su detaljno utvrđeni.

Ključne reči: geološko-ekonomska ocena, rezerve, granični sadržaj, vrednost šljake, rentabilnost

Abstract

Indicators of geological-economic estimate was analyzed and expressed through the natural and value expression. Mentioned indicators present complex value estimation base of the specifically mineral deposit, as well as its place in the National mineral and economy resources. These indicators are considered together in all stadiums of researching process, although many of them, in the early stages of research, can be roughly estimated or determined on the basis of analogy.

Key words: geological-economic estimate, mineral reserves, limited content, economical value of scoria, rentability

* Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor

** Rudnici bakra Bor

UVOD

Tehnogeno ležište bakra „Depo šljake 1” nastale kao nusprodukt jedne od faza u Boru“, jedna je od 4 deponije šljake, pirometalurškog procesa dobijanja bakra.



Sl. 1: Izlivanje užarenog rastopa šljake na „Depo šljake 4“ (a,b)

Tehnogeno ležište bakra „Depo šljake 1”, označeno je brojem 1, jer je ekonomski najznačajnija i najveća deponija šljake iz plamenih peći. Na „Depou šljake 1“, šljaka je odlagana do 1997. godine. Od 1997. godine, šljaka iz plamenih peći odlaže se severozapado od „Depoa šljake 1“, na deponiji koja je označena kao „Depo šljake 4” (slika 1a,b).

U krugu industrijske zone RTB-a u Boru, graničnoj zoni sa deponijom stenske jalovine nastale pri površinskom otkopa-

vanju geogenog ležišta bakra „Bor” (odnosno pojedinih rudnih tela ovog ležišta), nalazi se tehnogeno ležište „Depo šljake 1”, (slika 2)

Ležište ima oblik subhorizontalnog platoa sa kosinama koje su nagnute prema severozapadu. U planu je ležište slično izduženoj elipsi, čija duža osa ima orijentaciju SZ-JI (oko 700 m), a kraća osa JZ-SI (oko 200 m). Srednja debljine ležišta je oko 30 m.



Sl. 2: Strmi odsek kosine na “Depou šljake 1”

Druga po veličini je deponija šljake iz žaketnih peći, koja se nalazi u severozapadnom delu industrijskog kruga TIR (slika 2), imenovana je kao „Depo šljake 2“. Zbog nižeg viskoziteta šljake iz žaketnih peći, pri njenom deponovanju postavljena je

gvozdена armatura. Zbog toga je iskop otežan, ali su zato, u usecima kroz ovu deponiju, i subvertikalne kosine stabilne (slika 3). Procenjuje se da na „Depou šljake 2“ ima oko 1,9 miliona tona šljake sa oko 12.000 t bakra.



Sl. 3: Usek u „Depou šljake 2“

Tehnogeno ležište „Depo šljake 1“, graniči se sa deponijom jalovine iz borske flotacije, odložene u udubljenju nastalom posle površinskog otkopavanja rudnog tela „H“. Pri površinskom otkopavanju rudnog tela „H“, kao raskrivka, otkopan je jugoistočni deo „Depoa šljake 1“ i premešten u jugoistočni deo industrijskog kruga TIR. Pri otkopavanju i premeštanju šljake došlo je do mešanja sa jalovinom i do razblaženja sadržaja korisnih komponenti. Na novonastaloj deponiji, označenoj kao „Depo šljake 3“, po proceni je oko 700.000 t šljake.

POKAZATELJI GEOLOŠKO-EKONOMSKE OCENE TEHNOGENOG LEŽIŠTA „DEPO ŠLJAKA-1“

Pokazatelji geološko-ekonomske ocene su analizirani i konkretno izraženi preko naturalnog i vrednosnog izraza. Među pokazateljima ove ocene se razlikuju naturalni, vrednosni i sintetski.

NATURALNI POKAZATELJI

Naturalni pokazatelji geološko-ekonomske ocene obuhvataju pokazatelji koji su izraženi u fizičkim jedinicama mere, kao što su srednji sadržaj korisnih komponenti, rezerve mineralne sirovine, ali i pokazatelje koji su složeniji i proračunavaju se kombinacijom naturalnih i vrednosnih pokazatelja. Naturalni pokazatelji se dele na naturalne pokazatelje u užem i širem smislu.

Naturalni pokazatelji u užem smislu

Od naturalnih pokazatelja u užem smislu, u konkretnom slučaju poseban značaj imaju srednji sadržaj korisnih komponenti i geološke rezerve.

Srednji sadržaj korisnih komponenti je proračunat, kao srednja aritmetička vrednost, na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja proba, koje su uzete u procesu dosadašnje eksperimentalne eksploatacije tehnogenog ležišta bakra „Depo šljake 1“ – Bor.

Proračunate bilansne rezerve i srednji sadržaj, za ležište „Depo šljake 1“ prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Proračunate bilansne rezerve šljake u tehnogenom ležištu bakra »Depo šljake 1« u Boru, metodom vertikalnih paralelnih preseka, klasa bilansnih rezervi

R. br.	Korisna komponenta	Sadržaj	Ruda B kategorije	Količina metala (u B kategoriji)	Ruda C ₁ kategorije	Količina metala (u C ₁ kategoriji)	Ukupna količina metala
	A	B	C	D	E	F	G
1	Cu, ukupn	0,715%	11.105.675 t	79.405 t	91.912 t	657 t	80.062 t
2	Cu, oksidni	0,202%		22.433 t		186 t	22.619 t
3	Cu, sulfid.	0,513%		56.972 t		471 t	57.443 t
4	Zlato	0,28 g/t		3.132 kg		26 kg	3.158 kg
5	Srebro	4,50 g/t		49.975 kg		414 kg	50.389 kg
6	Magnetit	8,600%		955.088 t		7.904 t	962.992 t
7	Molibden	0,041%		4.587 t		38 t	4.625 t
8	Sumpor	0,611%		67.855 t		562 t	68.417 t

Naturalni pokazatelji u širem smislu

Od naturalnih pokazatelja u širem smislu, u opštem slučaju, a delom i za tehnogeno ležište bakra „Depo šljake 1” u Boru, značajniji su: minimalni ekonomski sadržaj korisne komponente, minimalni sadržaj otkopavanja ili granični sadržaj, minimalna debljina, maksimalno dozvoljeni sadržaj štetnih komponenti, gubici pri eksploataciji i preradi šljake (eksploatacioni, flotacijski i topionički), eksploatacione rezerve, industrijske rezerve, kapaciteti (dnevni, godišnji), sadržaj korisnih i štetnih komponenti u koncentratu (kvalitet koncentrata), utrošak šljake za dobijanje tone koncentrata ili finalnog proizvoda i dr.

Minimalni ekonomski sadržaj

Minimalni ekonomski sadržaj je onaj sadržaj korisne komponente u proračunskom bloku čija vrednost posle ekstrakcije (u koncentratu) obezbeđuje naknadu svih troškova eksploatacije i prerade rude, uključujući i odgovarajuće troškove amortizacije investicionih objekata, ali i odgovarajuću dobit.

Za proračun minimalnog ekonomskog sadržaja za „Depo šljake – 1“, primenjena je

formula kada se sadržaj izražava u procentima:

$$\omega = \frac{(C_e + C_s) \cdot K_{pf} \cdot 100}{C_p \cdot (1 - K_{ra}) \cdot E_o}$$

pri čemu je:

ω – minimalni ekonomski sadržaj korisne komponente u (%);

C_e – cena eksploatacije 1 t rude (otkopavanja, rudnički transport i dr.), u US\$;

C_s – cena prerade 1 t rude, US\$;

K_{pf} – profitni koeficijent;

C_p – prodajna cena (na veliku), US\$;

K_{ra} – koeficijent razblaženja rude pri eksploataciji

E_o – iskorišćenje korisne komponente pri obogaćivanju i ekstrakciji korisne komponente, pri čemu je C_e 1,77 US\$/t; C_s 4,80 US\$/t; K_{pf} 5%, 10%, 15%; C_p 4 US\$/t (odnosno 4,667 US\$/t, kad su uključene i cene i Au i Ag); K_{ra} 0,0; E_o 0,47 (47%).

- a) kada je $K_{pf} = 5\%$ onda je: $\omega = 0,367\%$ Cu, odnosno: $\omega = 0,314\%$ Cu (uključujući i vrednost Au i Ag).
- b) kada je $K_{pf} = 10\%$ onda je: $\omega = 0,384\%$ Cu, odnosno: $\omega = 0,329\%$ Cu (uključujući i vrednost Au i Ag).
- c) kada je $K_{pf} = 15\%$ onda je: $\omega = 0,402\%$ Cu, odnosno: $\omega = 0,344\%$ Cu (uključujući i vrednost Au i Ag).

Granični sadržaj

U slučaju tehnogenog ležišta bakra "Depo šljake 1" u Boru, granični sadržaj nije bitan, ako se ima u vidu – vrsta sirovine i njene genetske karakteristike.

Granice između mineralne sirovine i jalovine su oštre, a sadržaj bakra ima malu varijaciju po horizontali i vertikalni prostiranja šljake u depou.

Eksploatacione rezerve mineralne sirovine

Eksploatacione rezerve tehnogenog ležišta bakra "Depo šljake 1" – Bor iznose 9.190.940 t šljake.

Minimalna debljina

Minimalna debljina ima samo relativni značaj za ocenu tehnogenog ležišta bakra "Depo šljake 1" – Bor. Naime, pri obrazova-nju deponije šljake stvarana su nagomilanja debela preko 10 m, odnosno debljina šljake (slojeva) u depou kreće se od 15 metara do preko 50 metara, a srednja debljina je oko 30 metara na površini od oko 135.000 m³.

Gubici pri eksploataciji i preradi mineralnih sirovina i razblaženja pri eksploataciji

Nakon eksploatacije, obogaćenja i topioničke prerade, iskorišćenja i gubici na bakar, zlato i srebro su:

- Bakar: sa 100% iskorišćenja rezervi u eksploatacionoj konturi pomnožiti sa 50% iskorišćenja u flotaciji pomnožiti sa 94% definitivnog koncentrata u metalurgiji ($1,00 \times 0,5 \times 0,94 = 0,47$) su 47% iskorišćenja i 53% gubitaka.
- Zlato: sa 100% iskorišćenja rezervi u eksploatacionoj konturi pomnožiti sa 50% iskorišćenja u flotaciji pomnožiti sa 90% iskorišćenja u metalurgiji i rafinaciji ($1,00 \times 0,5 \times 0,9 = 0,45$) su 45% iskorišćenja i 55% gubitaka.
- Srebro: sa 100% iskorišćenja rezervi u eksploatacionoj konturi pomnožiti sa 40% iskorišćenja u flotaciji i pomnožiti sa 90% iskorišćenja u metalurgiji i rafinaciji ($1,00 \times 0,4 \times 0,9 = 0,36$), što predstavlja 36% iskorišćenja i 64% gubitaka.

VREDNOSNI POKAZATELJI

Određivanje vrednosnih pokazatelja daje tehničko-ekonomskoj oceni viši nivo, odnosno čini je potpunijom u smislu sagledavanje ekonomske vrednosti ležišta, pa se zbog toga zajedno sa naturalnim moraju koristiti i vrednosni pokazatelji.

Tabela 2: Kapaciteti proizvodnje po godinama eksploatacije tehnogenog ležišta bakra
"Depo šljake 1" – Bor

R. br.	Godina	Količina rude (t)	Količina Cu (t)	Količina Au (kg)	Količina Ag (kg)
	A	B	C	D	E
1	1	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
2	2	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
3	3	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
4	4	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
5	5	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
6	6	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
7	7	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
8	8	1.112.400	7.953,7	313,7	5.005,8
9	9	291.740	2.085,9	82,2	1.312,8
10	Ukupno	9.190.940	65.715	2.592	41.359

Vrednost šljake

Vrednost šljake se dobija kada se vrednosti svih komponenti umanju za troškove njihovog dobijanja. Uzimajući u obzir Cu, Au i Ag vrednost šljake iznosi 15,681 US\$/t (1.097,67 din/t), a ukupni troškovi proizvodnje su izračunati na nivou od 9,121 US\$/t (638,47 din/t), pa se može zaključiti da će proizvodnja biti rentabilna.

Rentabilnost

Rentabilnost, produktivnost i ekonomičnost su najvažniji pokazatelji, kojima se verifikuju osnovni principi ekonomskih načela reprodukcije. Princip rentabilnosti zahteva da se ostvari što veći dohodak sa što manjim ulaganjem, odnosno angažovanjem sredstava za reprodukciju. Izračunava se po formuli:

$$R_b = \frac{D}{S_a} \cdot 100$$

gde je:

- R_b – rentabilnost (delovi jedinice: 0,1; 0,2 itd.); ili u procentima, (10%; 20% itd.);
- D – dohodak (planiran ili ostvaren), novčana jedinica;
- S_a – angažovana sredstva (osnovna i obrtna), novčane jedinice.

U konkretnom slučaju:

$D = 60.292.566$ US \$ i $S_a = 83.830.560$ US \$, pa je: $R_b = 71,9\%$, što se može smatrati sasvim zadovoljavajućim ekonomskim parametrom.

Koeficijent rentabilnosti investicija predstavlja pokazatelj odnosa dobiti i ukupnih investicija. Računa se po obrascu:

$$r = D/I$$

u kome je:

- D - dohodak (planiran ili ostvaren), novčana jedinica;
- I - investicije, novčana sredstva.

U konkretnom slučaju: $D = 60.292.566$ US\$ i $I = 9.798.000$ US\$, pa je $r = 6,15$, što je takođe visok iznos.

Sintetički pokazatelji

Sintetički pokazatelji TEO su složeni, jer u sebi sadrže niz pojedinačnih vrednosnih pokazatelja. Najpoznatiji i najčešće upotrebljavani u geološko-ekonomskoj oceni su:

- vrednost ležišta i rezervi u njemu, bez uzimanja faktora vremena u obzir,
- vrednost ležišta i rezervi u njemu, sa uzimanjem faktora vremena u obzir.

Zbog svoje složenosti, kao i obima proračuna u ovom radu neće biti prikazan tok proračuna ovih pokazatelja.

Vrednost ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir iznosi $V=60.292.566$ US\$ (4.220.479.600 din.),

Vrednost ležišta sa uzimanjem vremenskog faktora u obzir može se izraziti preko neto sadašnje vrednosti i/ili interne stope rentabilnosti. NPV sa diskontnom stopom od 9% iznosi 41.270.652 US\$ (2.888.945.600 din.), dok sa diskontnom stopom 10% iznosi 39.742.434 US\$ (2.781.970.300 din.). Kada se veličina NPV podeli sa diskontovanom sumom kapitalnih ulaganja, dobija se veličina koja se naziva "jedinična neto sadašnja vrednost" ("Present value ratio" ili PVR) ili indeks rentabilnosti. PVR sa diskontnom stopom 9% iznosi 1,939 US\$ (135,80 din.), dok sa diskontnom stopom 10% iznosi 1,720 US\$ (120,40 din.). Proračunata interna stopa rentabilnosti IRR je 73,68%

ZAKLJUČAK

Na osnovu obrađenih podataka i rezultata geoloških istraživanja, izvršena je geološko-ekonomska ocena, kojom je dokazana bilansnost rezervi. Rentabilnost

iznosi 71,92%, vrednost ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir $V=60.292.566$ US\$ (4.220.479.600 din.), koeficijent rentabilnosti $r=6,15$;

NVP je savremeniji način ocene vrednosti ležišta mineralnih sirovina koji se često upotrebljava. Neto sadašnja vrednost projekta definisana je kao razlika između priliva i odliva gotovine. NPV sa diskontnom stopom od 9% iznosi 41.270.652 US\$ (2.888.945.600 din.), dok sa diskontnom stopom 10% iznosi 39.742.434 US\$ (2.781.970.300 din.); PVR sa diskontnom stopom 9% iznosi 1,939 US\$ (135,80 din.), dok sa diskontnom stopom 10% iznosi 1,720 US\$ (120,40 din.); IRR je 73,68%

LITERATURA

- [1] Janković S.: Ekonomska geologija – Izdavačko preduzeće „Rad“, Beograd, (1960).
- [2] Janković S., Milovanović D.: Ekonomska geologija i osnovi ekonomike mineralnih sirovina. – Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, (1985).
- [3] Milovanović D.: Specifičnosti geološko – ekonomske ocene ležišta tehnogenih mineralnih sirovina. – Tehnika, Rudarstvo, geologija i metalurgija, Beograd, (1993).
- [4] Milovanović D.: Osnovne karakteristike svetske mineralno – sirovinske baze bakra. – Rudarski glasnik, XIII, 4, Beograd, st. 38 – 47, (1974).
- [5] Nikolić K. i dr.: Elaborat o rezervama tehnogenog ležišta bakra “Depo šljake 1“ – Bor, stanje 31.XII 2005.– tekstualni deo. -Fond stručne dokumentacije Biroa za geologiju IRMB-a, (2007).

- [6] Petković A.,: Elaborat o proizvodnji, tehnološkim rezultatima, stanju opreme, objekata i instalacija na tehnološkoj liniji flotacijske prerade šljake plamene peći u pogonu Flotacija Bor kao i predlog mera za dostizanje prerade od 1.650.000 t šljake godišnje, Bor, (2004).
- [7] Petković A., Milojević Ž., Profirović S., Šćopić-Topalović S., Profirović I., 2005: Izveštaj o snimanju tehnološkog procesa flotiranja šljake plamene peći u pogonu Flotacije Bor u periodu od 14. 10. 2004. do 24. 01. 2005. god., Tehnička priprema pogona Flotacije Bor, (2005).

UDK: 622.271:622.333(045)=861

*Milenko Ljubojev **, *Mirko Ivković ***, *Dragomir Zečević ****

PRIKAZ REŠENJA ODLAGANJA OTKRIVKE NA POVRŠINSKOM OTKOPU KAMENOG UGLJA TADENJE – UŠĆE

SOLUTION DISPLAYING OF OVERBURDING DUMPING ON THE STONE – COAL OPENCAST MINE TADENJE - UŠĆE

Izvod

Na površinskom otkopu Tadenje-Ušće, vrši se eksploatacija kamenog uglja sa nizom specifičnosti jer se rudnik nalazi u naseljenom mestu, o čemu će biti tema ovog rada.

Cljučne reči: ugalj, površinska eksploatacija, jalovina

Abstract

Over opencast mine Tadenje - Usce, there is the exploitation of stone- coal with whole series of specification, because the mine is located in a populated place, of which is going to be the topic of this science work.

Key words: coal, surface explotation, waste

UVOD

Ležište kamenog uglja Tadenje nalazi se JZ od Ušća na udaljenosti od 7 km, uz reku Radušu. Posluje u sastavu Ibarskih rudnika - Baljevac.

U morfološkom pogledu ležište Tadenje predstavlja blago zatalasanu ručevastu udolinu sa nadmorskom visinom od K+350 m do oko K+650 m.

To je tipičan jezerski basen kontinentalnog tipa u kome su se u starijem miocenu stvorili uslovi za formiranje većeg broja ugljenih slojeva.

U ležištu Tadenje razvijeno je pet

ugljenih slojeva, od kojih se I i II otkopavaju tehnologijom površinske eksploatacije, a u III, IV i V ugljenom sloju zastupljena je tehnologija podzemne eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina.

Debljina ugljenih slojeva se kreće od 1,9 - 4,4 m'.

Prateće krovinske stenske mase ugljenih slojeva čine glinci, laporci, laporoviti peščari do jedrih silifikovanih peščara.

Ležište Tadenje smešteno je u ruralnoj sredini između zaseoka Košanin i zaseoka Goljovići.

* *Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor*

** *JP PEU Resavica – Resavica*

*** *Ibarski rudnici kamenog uglja - Baljevac*

OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA RADA

Na osnovu geomehaničkih parametara i strukturnih prilika u ležištu usvojeni su osnovni konstruktivni parametri površinskog otkopa Tadenje, kako na otkrivci tako i na uglju:

- za otkrivku:
 - visina etaže 10 m',
 - ugao nagiba radne etaže 60°.
- za ugalj:
 - visina etaže 5 m',
 - ugao nagiba radne etaže 70°.

Otkopavanje kamenog uglja na površinskom otkopu Tadenje odvija se tehnologijom površinske eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina. Obzirom na geološku građu radne sredine, položaj ugljenih slojeva i međuslojne jalovine i konfiguraciju terena ležište kamenog uglja. Tadenje I-i i II-i ugljeni sloj predisponirani su za selektivno otkopavanje diskontinualnom tehnologijom rada.

Tehnološki proces otkopavanja otkrivke uslovno je zavisen od fizičko-mehaničkih svojstava otkrivke. Naime, sve dok je otpor kopanju manji od rezne sile bagera otkivka i međuslojna jalovina se otkopavaju direktno.

Otkopavanje se vrši sa hidrauličnim bagerom BGH-1000 sa obrnutom kašikom, u visinskom i dubinskom radu, sa podetažama od 5 m'.

U slučaju da se otpor kopanja poveća do te mere da prede reznu silu bagera, pristupa se prethodnoj fragmentaciji koja se obavlja ripovanjem ili bušačko-minerskim radovima. Ripovanje se izvodi buldozerom TG-220, a istovremeno, sa istom mašinom se priprema iskopina za utovar. Bušačko-minerski radovi izvode se korišćenjem bušaće garniture HGW-87, Železara - Ravne, za bušenje dubokih minskih bušotina, Amonex i detonirajući štapin za punjenje minskih bušotina i usporivači od 34 msec za iniciranje minskih punjenja. Sa jednog izvoznog nivoa ukupna visina

zahvata iznosi 10 m'. Pravac napredovanja bagera postavljen je po pružanju sloja da bi se ostvario horizontalan radni plato.

Za prevoz iskopanog uglja od površinskog otkopa do utovarnog bunkera vazdušne teretne žičare koriste se damperi, zapremine tovarnog sanduka od 15 m³.

Tehnologija rada na odlaganju otkrivke sastoji se iz sledećih operacija :

- utovar jalovine bagerom u dampere ;
- odvoz jalovine do kosine odlagališta etaže;
- istovar (istresanje) jalovine iz dampera ;
- planiranje odložene iskopine buldozerom.

Odlaganje otkrivke počinje sa najnižim nivoletima i generalno se formira odlagalište odozdo na gore.

Planiranje odložene iskopine vrši se u nastupanju, u slojevima debljine 0,30 m-0,50 m da bi se postigla što bolja konsolidacija odloženog materijala na etažnoj ravni.

Za planiranje odložene iskopine i za sve ostale pomoćne operacije koristi se dozer sa riperima TG-220, proizvođača "14. Oktobar" -Kruševac.

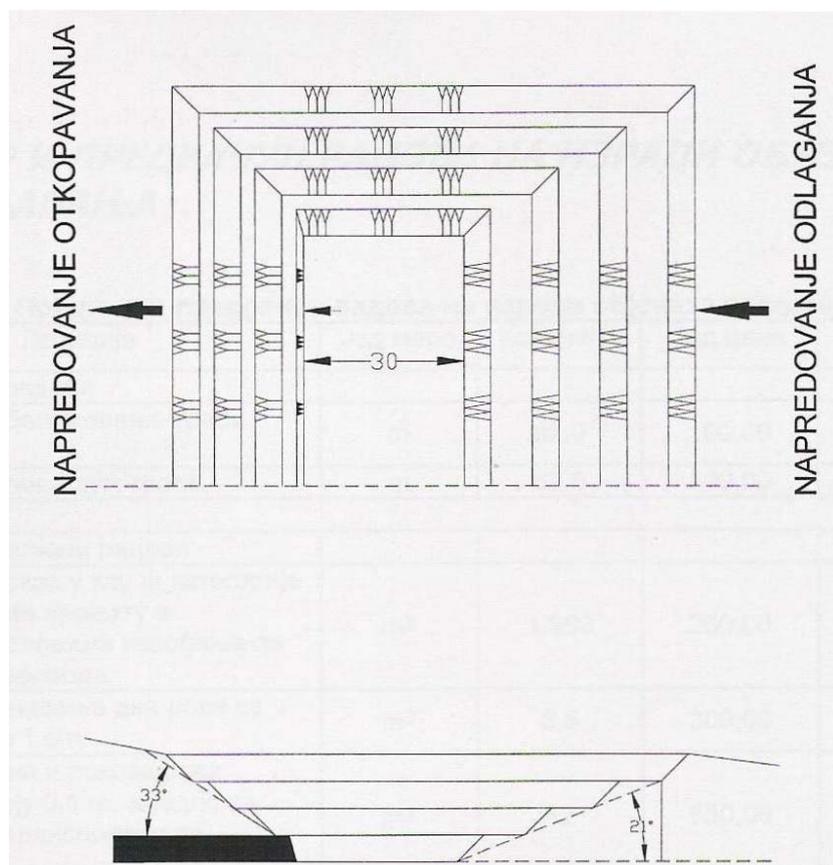
Kao prostor za formiranje spoljašnjeg odlagališta orkopane jalovine I i delom II-og ugljenog sloja iskorišćena je depresija nastala otkopavanjem izdanačke zone III-eg ugljenog sloja, na južnoj strani površinskog otkopa. Kao što je već rečeno, u neposrednoj okolini površinskog otkopa su objekti individualnog ruralnog stanovanja i obradivo zemljište meštana, tako da je gotovo bilo nemoguće obezbediti prostor za spoljašnje odlaganje jalovine.

Specifičnost zaleganja II-og ugljenog sloja-oblik sinklinale, s jedne strane i stvorena depresija otkopavanjem I-og i dela II-og ugljenog sloja, s druge strane su okolnosti koje su nametnule potrebu da se organizuje odlaganje iskopine formiranjem "unutrašnjeg odlagališta" u otkopanom prostoru.

Da bi se postigla saglasnost napredovanja fronta otkopavanja uglja sa frontom odlaga-

nja otkrivke, privremeno, na zapadnom delu otkopanog prostora, odložene su određene količine iskopine.

Šema odlaganja na površinskom kopu prikazana je na slici 1.



Sl. 1. Šema odlaganja jalovine na Pk Tadenje

TEHNIČKO REŠENJE UNUTRAŠNJEG ODLAGALIŠTA

Izbor tehničkog rešenja geometrije unutrašnjeg odlagališta a samim tim i adekvatnog objekta za evakuaciju voda iz područja otkopanog prostora izvršen je na bazi Studije geomehaničkih ispitivanja i provere stabilnosti terena za odlagalište jalovine na površinskom kopu "Tadenje".

U cilju proverepogodnosti izabrane lokacije za formiranje odlagališta izvršena je analiza sigurnosti protiv klizanja po kontaktu odlagalište-podloga.

Stvaranje uslova za formiranje unutrašnjeg odlagališta po suvoj i stabilnoj podlozi zahtevalo je prethodno prikupljanje svih

atmosferskih voda koje padnu unutar konture površinskog otkopa kao i podzemne vode koje se infiltriraju u otkopanom prostoru u najnižoj tački.

Odvodnjavanje površinskog otkopa rešeno je ugradnjom drenažnih cevi na južnoj strani ležišta.

Odvodni drenažni cevovod ugrađen je u samorodno tlo koje nije zahvaćeno prethodnim radovima na otkopavanju, i postavlja se između otkopanog prostora i recipijenta u koritu potoka. Naime, na najnižoj koti K+546,8 m', na vodonepropusnoj laporovitoj

podlozi koja nije pretrpela rastresanja prilikom otkopavanja, izrađen je kanal u dužini od 80 m'.

Na peskovitoj podlozi postavljene su armirano-betonske perforirane odvodne cevi Ø 500 mm.

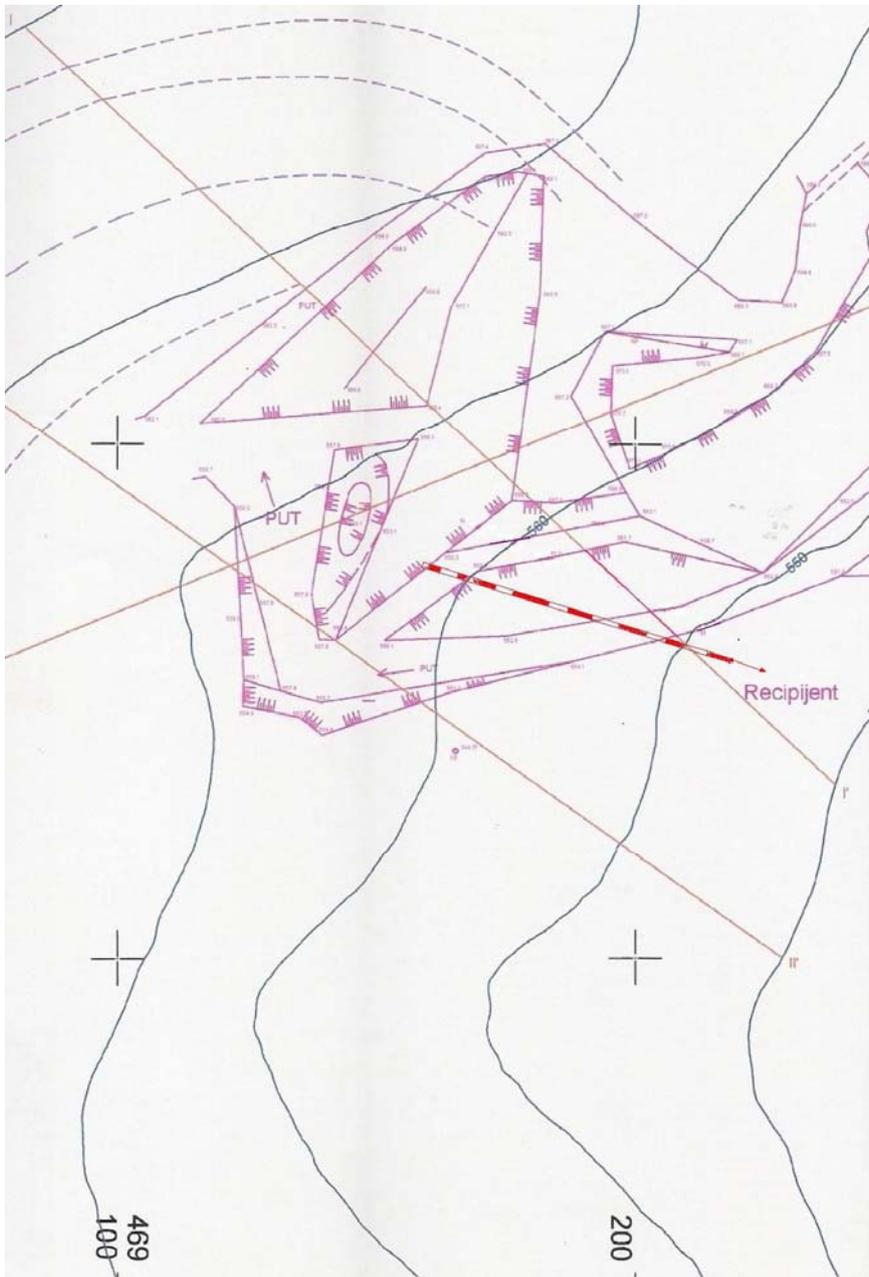
Cevi su uvijene u drenažno platno (lio-filter) preko kojih je nasut separisani šljunak u sloju debljine 0,30 m.

Preko sloja šljunka odložen je drobljeni materijal laporovitog porekla.

Priprema izrade odvodnog kanala i trasa kolektora prikazane su na slikama 2.i 3.



Sl. 2. Priprema izrade odvodnog kanala



Sl. 3. Trasa kolektora

ZAKLJUČAK

Površinski otkop Tadenje, nakon likvidacije površinskog otkopa, treba da, što je više moguće, poprими izgled terena pre eksploatacije uglja.

Ovo je moguće, obzirom da unutrašnje odlagalište ima zapreminu završnih kontura površinskog otkopa. Unutrašnjim odlagalištem pri formiranju etažnih ravni odložene mase uređuju se degradirane površine i omogućava racionalan rad na eksploataciji uglja. Ekonomski efekti rada značajno su poboljšani realizacijom ovog tehničkog rešenja.

LITERATURA

- [1] Glavni rudarski projekat eksploatacije kamenog uglja u ležištu Tadenje
- [2] M. Ivković: Istraživanje i formiranje evidencije uticaja na životnu sredinu od posledica eksploatacije uglja, Časopis Arhiv za tehničke nauke br. I, Bijeljina, (2009).
- [3] D. Urošević, D. Domanović: Značaj procena vrednosti poslovnih poduhvata u rudarstvu Srbije, Časopis Rudarski radovi br. 1/2007, Bor, (2007).

UDK: 622.271:622.33(045)=861

Blagoje Nedeljković, Goran Simić***

ODREĐIVANJE FAKTORA SIGURNOST (F) U ŽUTOJ GLINI P. O. "DOBRO SELO" - KOSOVO

DETERMINATION OF STABILITY FACTOR (F) IN THE YELLOW CLAY P. O. „DOBRO SELO“ - KOSOVO

Izvod

U ovom radu određen je faktor sigurnosti (F) metodom Hoek-a u žutoj glini na P.O. Dobro selo u zavisnosti od visine kosine (10, 15 i 20 m) i nagiba kosine (40° , 45° i 50°).

U tu svrhu obavljena je veoma kompleksna analiza stabilnosti kosina u sivim glinama P.O. „Dobro Selo“. Po ovoj metodi su analizirane vrednosti FAKTORA SIGURNOSTI (F) u zavisnosti od:

- *nagiba kosine α ;*
- *visine kosine h i*

Ključne reči: faktor sigurnosti, žuta glina, stabilnost i kosina

Abstract

During the work it was presented the results of the determination of stability factor (F) in the yellow clay P.O. (on the working place) Dobro selo by Hoek method. In that purpose complexed analyse it was done the slope stability in the yellow clay P.O. Dobro selo. According to this method it was analysed values of the stability factor (F) according to:

- *angle of the slope (α);*
- *height of the slope (h) and*

It was also determined stability factor during the work by Hoek method in the yellow clay of P. O. Dobro selo, depending from the height of the slope (10 m, 15 m, 20 m) and angle of the slope (40° , 45° , 50°).

Key words: stability factor, yellow clay, stability and slope.

* Fakultet tehničkih nauka Kosovska Mitrovica

** Tehnička škola Vučitrn, Kosovska Mitrovica

UVOD

U današnje vreme površinski kopovi postaju sve dublji, što pre svega važi za rudnike uglja. Samim tim što su površinski kopovi dublji mehanizacija je skuplja i teža, a radovi sve složeniji. Takođe povećanje dubine prati povećanje broja radnih etaža i

posebno povećanje visina završnih kosina. Zbog svega napred navedenog, od projektanta površinskih kopova i tehnologije u eksploataciji zahteva se: dobro i korektno svestrano poznavanje radne sredine po svim relevantnim parametrima kao što su granulometrijski sastav, zapreminska masa, poroznost, vlažnost, kohezija, modul stišljivosti i td. Na osnovu dobrog poznavanja gore pobrojanih parametra i uz uslov poznavanja metoda analize stabilnosti kosina treba za odgovarajuću radnu sredinu primeniti adekvatne metode stabilnosti kosina. Pri svemu tome neophodno je poznavanje prisutne mehanizacije kao i celokupne tehnologije u eksploataciji.

POLAZNI PARAMETRI

Kosovski ugljeni basen predstavlja dugačku i dosta uzanu kotlinu smeštenu između Kosovske Mitrovice na severu, Uroševca na jugu, Velikog Belačevca na zapadu i Sušice na istoku. Dubina njegove uzdužne ose S-J je preko 90 km. a kraća I-Z, preko 16 km. Basen je blago zatalasana ravan uokvirena dosta izrazitim planinama. Sredinom basena protiče reka Sitnica koja drenira celokupnu vodu basena.

Prve podatke o geološkoj građi kosovskog basena dao je J. Cvijić, 1911. godine, dok je prva geološka karta izradjena 1947. godine.

Direktnu podinu ugljenog sloja pred-

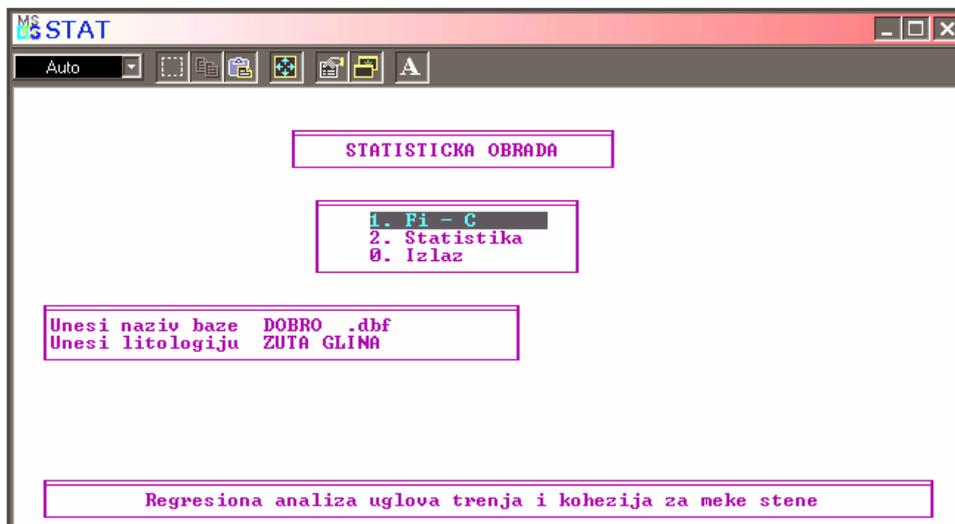
stavljaju sivo zelene gline, koje su u zoni neposrednog kontakta sa ugljem, redovno masne i bogate hlorom. Dublje partije predstavljene su fino peskovitim glinama, prljavo žute boje, i peskovite karbonatnim glinama. Mogućnost podinske serije je od 250 do 300 m. Na direktnom prelazu u ugljeni sloj, javlja se naizmenično smenjivanje sivo-zelenih i ugljevitih glina, tako da ne postoji oštar prelaz iz podinskih serija u ugljeni sloj.

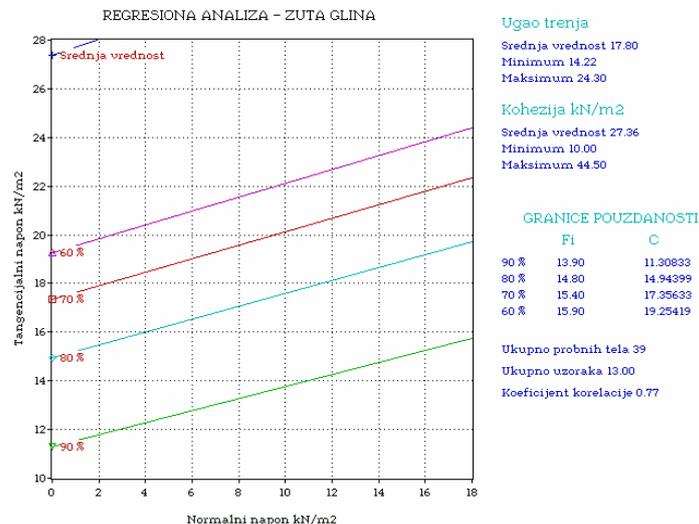
Ugljeni sloj počinje naizmeničnim smenjivanjem ugljevitih glina i kompaktnog drvenastog uglja, te je teško povući granicu između ugljenog sloja i, podine. U povlata ugljenog sloja zastupljena je pliocenska serija sedimenata. Debljina povlatnih naslaga se kreće od 6 metara u zoni izdanaka ugljenog sloja do 130 metara u središnjem delu basena

Granica između ugljenog sloja i povlata je nagla i oštra. U većem delu basena povlatu čine sive laporovite gline, samo u zoni reke Sitnice povlatu mestimično čine glinoviti peskovi i šljunkovi. Po spoljašnjem izgledu krovinska glina predstavlja kompaktnu homogenu masu, bez jasno izražene slojevitosti. Bogata je faunom, ostacim ljuštura, koje se često nagomilavaju u vidu proslojaka u glini. Krovinska glina se ne odlikuje plastičnošću kao podinska i odvaja se u veće uglaste komade.

Sive laporovite gline su u gornjim delovima sekundarnim prosecima izmenjene i prelaze u žute masne gline. Osnovne odlike žute gline su povećana poroznost i veći udeo peskovitih frakcija usled čega kod infiltracije površinskih voda dolaze do zasićenja vodom, gubitka veznih sila i formiranja klizišta i ručevi na graničnim površinama sa nepropusnom podlogom.

PRIKAZ REZULTATA STATISTIČKE ANALIZE
FIZIČKIH OSOBINA ŽUTE GLINE P. O. "DOBRO SELO"





Sl. 1. Određivanje srednje vrednosti ugla trenja i kohezije žute gline P. O. „Dobro selo“

Tabela 1. Prikaz rezultata statističke analize fizičkih osobina žute gline P. O. „Dobro selo“

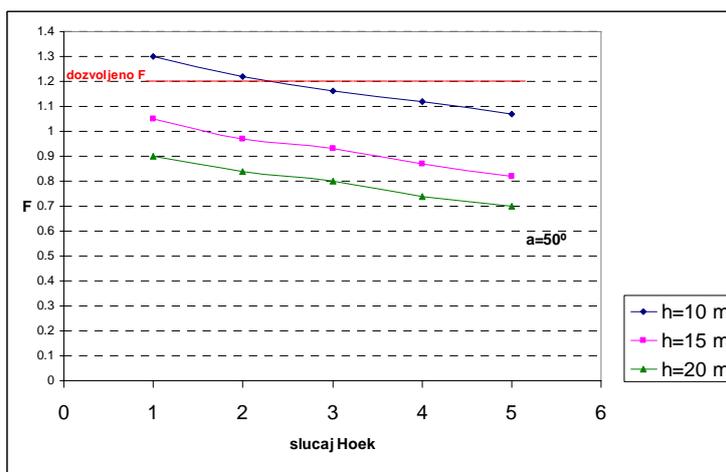
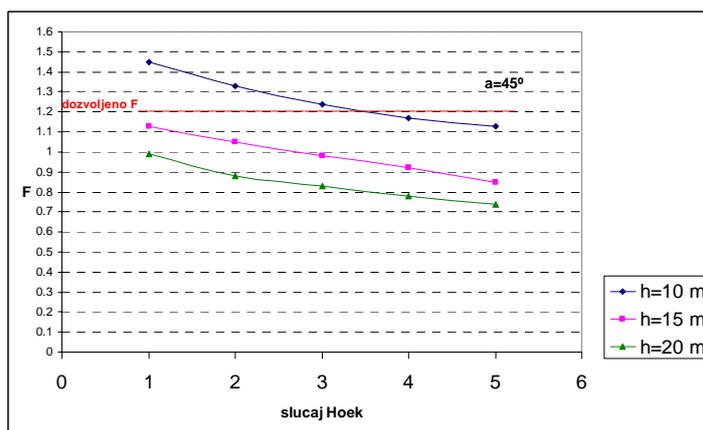
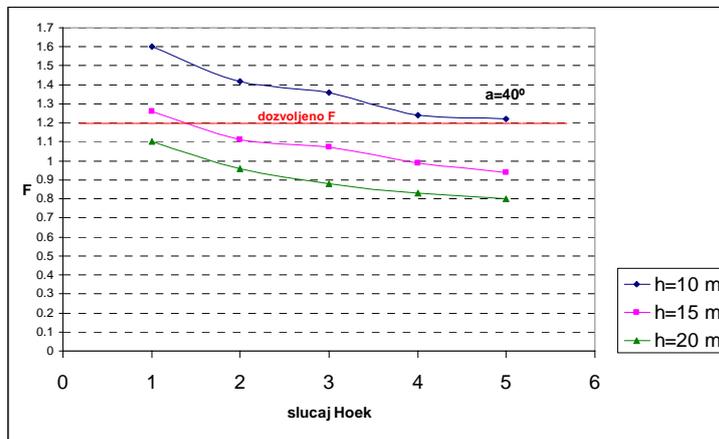
Statistički pokazatelji	Vlažnost W %	Granica tečenja W _L %	Granica plastičnosti W _p %	Index Plastičnosti I _p %	Index Tečenja I _c %	Zap. masa suva γ p/cm ³	Zap. masa vlažna γ _d p/cm ³
1	2	3	4	5	6	7	8
X _{min}	27.60	49.00	32.00	13.70	0.550	1.690	1.120
X _{max}	58.20	91.00	42.70	58.30	1.290	1.950	1.430
X _{srednje}	39.27	74.435	35.92	38.485	0.881	1.801	1.304
σ ²	54.37	102.91	8.918	125.68	0.042	0.003	0.006
σ	7.37	10.41	2.986	11.21	0.206	0.053	0.076
S _x	1.649	2.268	0.668	2.507	0.046	0.012	0.017
v	18.777	13.629	8.313	29.131	23.398	2.936	5.847
n	20	20	20	20	20	20	20
Σx	785.40	1488.70	718.50	769.70	17.610	36.010	26.080
Σx ²	31930.10	112869.00	25990.47	32135.59	16.355	64.892	34.125

TABELARNI PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA

HOEK slučaj	1	2	3	4	5
α =40	ZUTA	ZUTA	ZUTA	ZUTA	ZUTA
h=10	1.6	1.42	1.36	1.24	1.22
h=15	1.26	1.11	1.07	0.99	0.94
h=20	1.1	0.96	0.88	0.83	0.8
HOEK slučaj	1	2	3	4	5
α =45	ZUTA	ZUTA	ZUTA	ZUTA	ZUTA
h=10	1.45	1.33	1.24	1.17	1.13
h=15	1.13	1.05	0.98	0.92	0.85
h=20	0.99	0.88	0.78	0.78	0.74
HOEK slučaj	1	2	3	4	5
α =50	ZUTA	ZUTA	ZUTA	ZUTA	ZUTA
h=10	1.3	1.22	1.16	1.12	1.07
h=15	1.05	0.97	0.93	0.87	0.82

h=20	0.9	0.84	0.8	0.74	0.7
------	-----	------	-----	------	-----

GRAFIČKI PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA



Napomena: $a=\alpha$

ZAKLJUČAK

Analizirajući brojne podatke utvrđene u toku izvodjenja ovih analiza moguće je da tabelarno i grafički predstavimo te rezultate. Ta zavisnost pregledno je prikazana na grafikonima čijom se analizom dolazi do zaključka opšteg karaktera kao što je:

- faktor sigurnosti (F) proporcionalno raste sa smanjenjem visine kosine h ;
- faktor sigurnosti (F) proporcionalno raste sa smanjenjem nagiba kosine α ;
- faktor sigurnosti (F) proporcionalno opada sa povećanjem visine kosine h ;
- faktor sigurnosti (F) proporcionalno opada sa povećanjem nagiba kosine α ;

Takav pristup analizi rezultata stabilnosti kosina je veoma pogodan projektantu koji sa grafika može prema potrebama projektnog zadatka da se određuje za visinu ili nagib ili F (faktor stabilnosti) direktno sa grafika.

LITERATURA

- [1] Elezović D., Nedeljković B., Jakšić M.: *Mehanika stena i tla*, Kosovska Mitrovica, (2001).
- [2] Simić G.: *Magistarska teza "Komparativna analiza stabilnosti kosina u glinama površinskog kopa Dobro selo"*, Kosovska Mitrovica, (2003).
- [3] Elezović D.: *Metodologija određivanja fizičko-mehaničkih svojstava stena*, Rudarsko-metalurški fakultet Kos. Mitrovica, (1980).
- [4] Popović N.: *Naučne osnove projektovanja površinskih kopova*, Tuzla, (1984).
- [5] Znidarić D.: *Statička analiza stabilnosti kosina*, Zagreb, (1984).
- [6] *Algoritmi za rešavanje kosina po metodi Bišopa, metodom bloka*, Rudarski institut Beograd, (2002).
- [7] *Analiza uslova radne sredine P.O. Dobro selo*, knjiga 2483, sveska 2, Rudarski institut Beograd, Beograd.

UDK: 622.79:551.49(045)=861

Milenko Ljubojev, Melvudin Avdić**, Dragan Ignjatović*, Lidija Đurđevac Ignjatović**

UTICAJ FLOTACIJSKOG JALoviŠTA POLJA 2 NA STABILNOST TUNELA KRIVELJSKE REKE***

INFLUENCE OF THE FLOTATION TAILING DUMP (field 2) ON KRIVELJ'S RIVER TUNNEL STABILITY

Izvod

Izgradnja tunela, ili u opšte podzemnih prostorija je složena problematika. Složenost problematike se ogleda u prostornom položaju podzemnog objekta, koji se može nalaziti blizu površine terena i sredini u kojoj se objekat nalazi. U velikom broju slučajeva sredina je heterogena, a poseban osvrt u ovom radu je dat na uticaj rasedne zone na raspodelu naponsko deformacijskog stanja oko prostorije.

Jedan od najvažnijih poslova u RTB-u Bor je izgradnja Kriveljskog tunela čiji je zadatak da pokupi vode iz starog korita Kriveljske reke. Tunel je dužine 2400 m i radiće se podzemno.

Cilj ovog rada je da se poznatim numeričkim metodama MKE (metoda konačnih elemenata) definiše uticaj odloženih masa na stabilnost budućeg tunela.

Rezultati proračuna dati su grafički u radu.

ključne reči: *stenski masiv, rasedna zona, naponsko-deformacijsko stanje, metoda konačnih elemenata.*

Abstract

Tunnel or any other underground room construction in general is a complex problem. The complexity of the problem is reflected in the spatial position of underground room, which may be close to the terrain surface and environment in which the object is located. In many cases environment is heterogenius, and special attention in this work is given to the fault zone impact on distribution of the stressand deformation states around the room.

One of the most important work in the RTB Bor is Krivelj's river tunnel built, which task is to collect water from the old Krivelj's river bed. Tunnel is 2400 m long and it is going to be done in undergorund.

The aim of this work is to define the influence of dumped material on the stability of the future tunnel by finite element method (FEM).

The results of the calculations are given graphically in this work.

Key words: *rock massif, fault zone, strees-deformation state, finite element method*

* Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor

** Rudarsko geološko građevinski fakultet u Tuzli

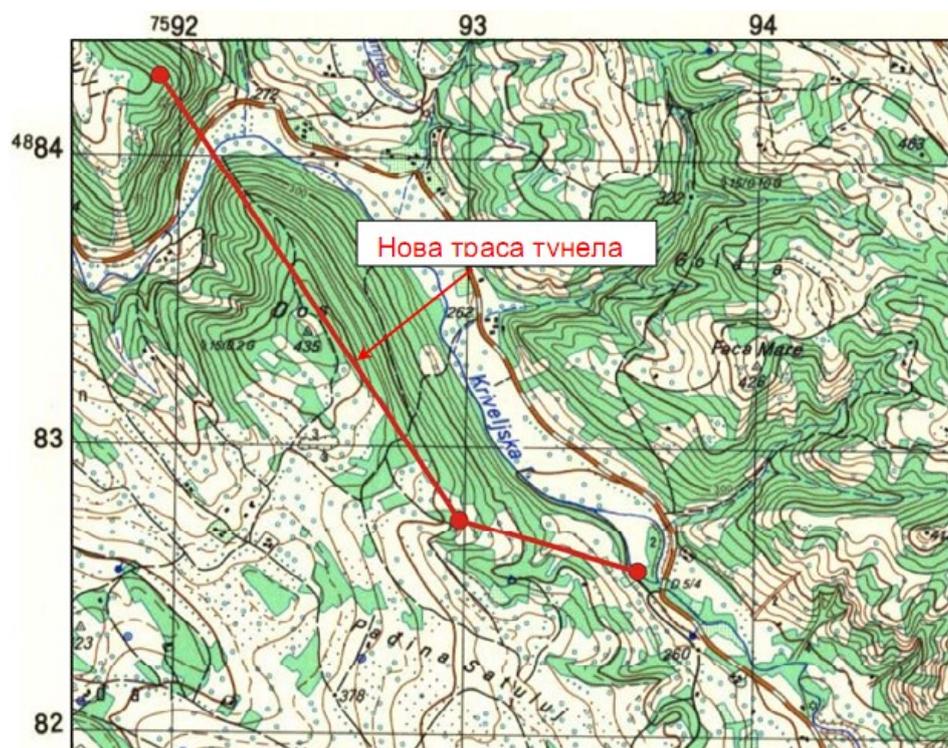
*** Ovaj rad je proistekao iz Projekta 17004, koji je finansiran srestvima Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

UVOD

Rudnik bakra “Veliki Krivelj” od početka eksploatacije 1982. godine, za deponovanje flotacijske jalovine koristi prostor dobijen pregrađivanjem doline Kriveljske reke.

Ispod polja 2 flotacijskog jalovišta prolazi stari kolektor koji je znatno oštećen. Da bi se prihvatila voda Kriveljske reke, predloženo je da se uradi novi tunel čija je trasa data na slici 1. Treba napomenuti da

će tunel biti izgrađen u različitim litološkim sredinama a da u jednom delu, dužine 200 m, treba da prolazi ispod flotacijskog jalovišta polja 2, po pretpostavci, 7 m ispod kote terena na kojem je odložen flotacijski material. Zbog toga je po trasi tunela urađeno 5 istražnih bušotina. Izgled jednog od profila kroz trasu budućeg tunela dat je na slici 2.



Sl. 1. Izgled nove trase tunela Kriveljske reke

Tuneli koji su izgrađeni, ali i koji se projektuju predpostavljaju izotropnu sredinu i deonice tunela se pojednostavljaju sa tom pretpostavkom. Međutim, stenski masiv je izažen sa većom ili manjom anizotropijom. U proračunima se uzima manja vrednost geomehaničkih parametara, što sa visokim vrednostima faktora

sigurnosti otklanjaju posledice te aproksimacije. Danas se susrećemo sa situacijom da tuneli koji su izgrađeni pod jednim uslovima nalaze u drugim uslovima. Te promene se uglavnom odnosi na promjenu vertikalne komponente opterećenja (izgradnja nasipa iznad tunela). Promene opterećenja iznad podzemnog objekta

izazvat će izmenu naponsko-deformacijskog stanja u masivu, a što može imati odraz na sam tunel ili delove u njemu. Pri tome su kao prve izložene zone koje su u inženjersko geološkom pogledu svrstane u

zone rizika. Provera uticaja izmene vrednosti vertikalne komponente mora se izvršiti, a u ovom radu dat je primer procene povećanja visine odloženih masa na konstrukciju tunela.

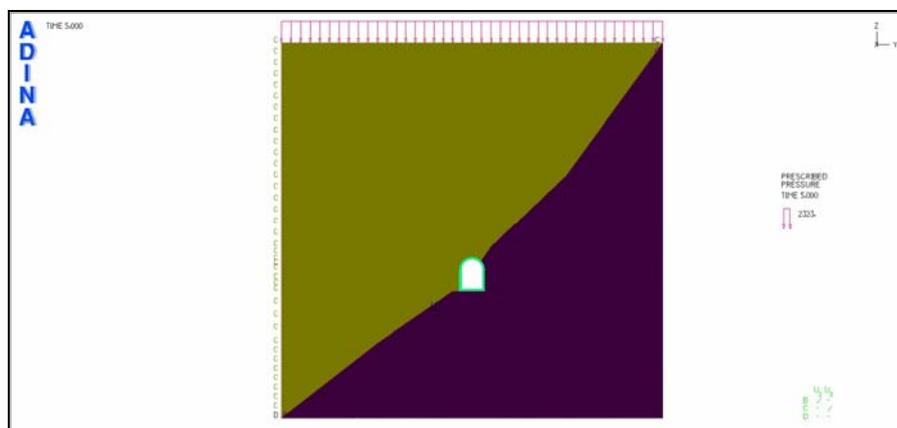


Sl. 2. Izgled profila bušotine kroz koji se vidi projektovana trasa tunela

OPIS PROBLEMA

Na slici 3 prikazan je podužni profil izgrađenog tunela sa ucrtanom visinom odloženih masa i linijom povećanja visine nasipa. Na slici 4 izdvojen je detalj iz kojeg se bolje uočavaju izmene litoloških

članova u masivu, ali i prisustvo rasednih zona kao posledice tektonskih poremećaja. Te zone su slabijim geomehaničkim karakteristikama litoloških članova, a celi potez rasedne zone je izložen smičućim naponima.

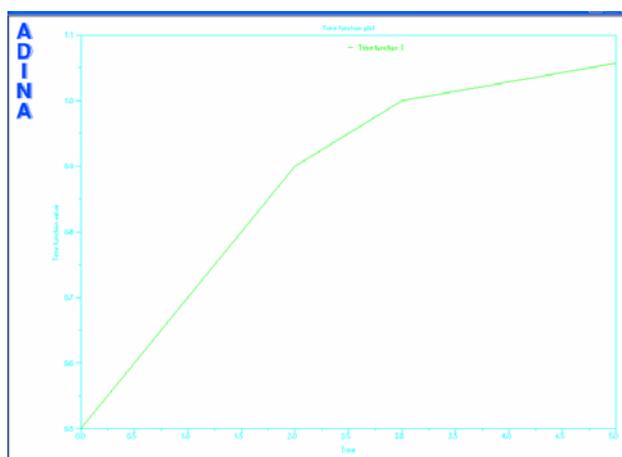


SI. 5. Model za analizu konačnim elementima

Delovanje opterećenja nasipa simulirano je sa priraštajem intenziteta kontinuiranog opterećenja, gde vrednost 1 pokazuje sadašnje stanje odloženih masa (TIME 3), a vrednosti preko 1 predstavljaju povećanje visine odlaganja masa.

Proračun je urađen sa dve varijante položaja slojeva:

- varijanta 1 je sa peščarima iznad, i
- varijanta 2 laporac iznad (u stropu prostorije).

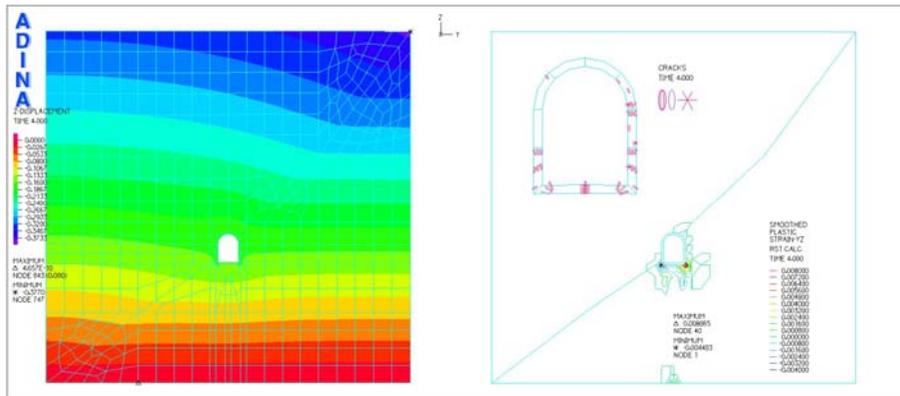


SI. 6. Funkcija priraštaja opterećenja

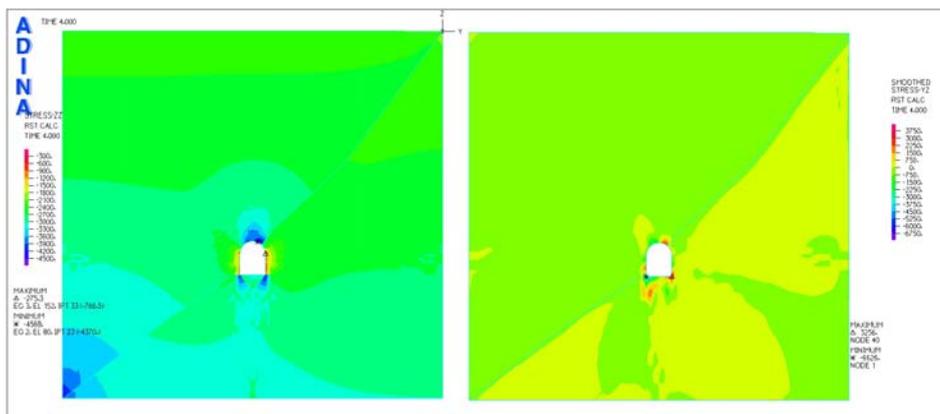
Analiza rezultata proračuna

Proračun je izvršen u koracima priraštaja opterećenja, a u ovom radu su dati prikazi raspodele verikalnih pomaka, pojava plastičnosti u masivu i položaji

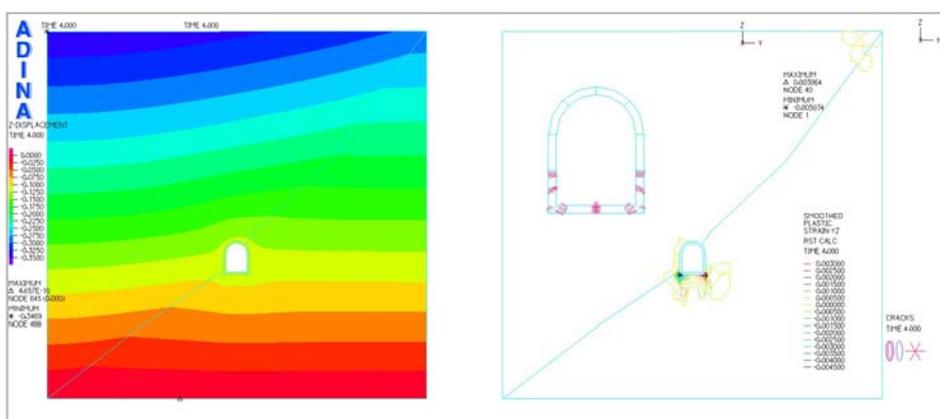
pojave pukotina u oblozi tunela (slika 7 za prvu varijantu i slika 9 za drugu varijantu). Takođe dat je prikaz raspodele verikalnih i tangencijalnih napona u masivu (slika 8 i 10)



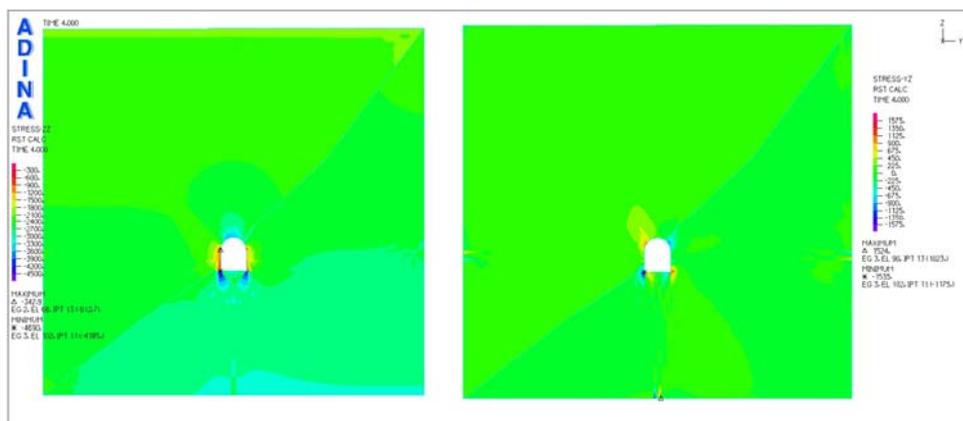
Sl. 7. Verikalni pomak, plastične deformacije i pojave pukotina za 1. varijantu položaja slojeva



Sl. 8. Raspodela vertikalnog i smičućeg napona u masivi za 1. varijantu položaja slojeva



Sl. 9. Verikalni pomak, plastične deformacije i pojave pukotina za 2. varijantu položaja slojeva



Sl. 10. Raspodela vertikalnog i smičućeg napona u masivi za 1. varijantu položaja slojeva

Do prestanka konvergencije rešenja došlo je nako 4. koraka, odnosno do povećanja visine od 10% u odnosu na dosadašnji nivo odlaganja. U prvoj varijanti položaja slojeva uočava se veliki broj pukotina u elementima podgrade, dok je u drugoj varijanti taj broj i položaj sasvim različit. Takođe u drugoj varijanti imamo znatno drugačiji raspored i intenzitet plastičnih deformacija. Međutim, zajedničko u obe varijante da je rizično povećanje visine preko 10% u odnosu na dosadašnju visinu.

ZAKLJUČAK

Rad ukazuje na mogućnost primene numeričke analize na procenu uslova eksploatacije podzemnih objekata. U radu je dat primer primene MKE i elasto-plastične analize na problemu povećanja nasipa iznad tunela. Validnost dobijeni podataka bila bi potpuna kad bi se u analizi uzeo u obzir i vremenski faktor. Uticaj vremenskog faktora je veoma važan, jer nasuti materijal se konsoliduje i očvršćava (hard-

ening), što je pozitivna osobina, ali sa druge strane pod uticajem opterećenja i obloga tunela menja svoje osobine. Za dobijanje boljih podataka neophodno je proveriti i karakteristike obloge tunela, parametre ranije odloženih masa. Ukoliko postoje podaci opažanja repernih tačaka u tunelu proračun bi bilo potrebno izvršiti sa elasto-visko-plastičnom analizom.

REFERENSE

- [1] ADINA R&D AUI 8.5.2 B. H. G. Brady, E.T. Brown, 2005, Rock Mechanics for underground mining, Springer Science+Bussinesss Media
- [2] E. A. de Souza Neto, D. Peric and D.R.J. Owen, 2008, Computational methods for plasticity: Theory and application, John Wiley and Sons, LTD Publication
- [3] Klaus-Jiirgen Bathe, 1996, Finite Element Procedures, Prentice-Hall, Inc. ISBN 0-13-301456-4

- [4] M. Ljubojev, R. Popović, Osnove geomehanike, RTB Bor, Institut za bakar Bor, 2006.
- [5] M. Ljubojev, R. Popović, M. Bugarin, Deformation pressure of support stiffness and characteristics of rock massive on "Krivelj's river", tunnel route, Mining Works Journal, 2/2008, Bor
- [6] M. Ljubojev, R. Popović, D. Ignjatović, L. Đurđevac Ignjatović, Necessity of transposition manifold of Krivelj's river, 40th International October conference of Mining and Metallurgy, 5th – 8th October 2008, Sokobanja, Serbia
- [7] M. Ljubojev, R. Popović, Project of geological, physical and mechanical rock researches on tunnel line for relocation of the Krivelj's river, Bor, 2007 (in Serbian)

UDK: 622.272:622.36:546.27(045)=861

Dragomir Zečević, Mirko Ivković**, Milan Popović**

NEKA STEČENA ISKUSTVA NA OTKOPAVANJU RUDE BORA U LEŽIŠTU POBRĐE

SOME ACQUIRED EXPERIENCE FROM THE MINING OF BORON ORE FROM THE POBRĐJE DEPOSIT

Izvod

U ležištu borne rude Pobrđe – Baljevac, organizovano je probno otkopavanje rovne rude u kome se ispoljava niz specifičnosti obzirom da se radi o mineralnoj sirovini koja nije otkopavana na prostorima Srbije i bivše Jugoslavije. Za ovakav tip ležišta specifična su tehnološka rešenja obaranja rude (odvajanje minerala bora) od prirodne zajednice a što je predmet ovog rada.

Ključne reči: ruda bora, podzemna eksploatacija, osiromašenje rude.

Abstract

In deposit of boron ore Pobrđe - Baljevac, is organized trial extraction run-of-mine ore, in which is demonstrated a series of specifics, since it is a mineral raw material is not extracted in Serbia and former Yugoslavia. For this type of deposit there are specific technological solutions for overthrowing of the ore (separation boron minerals) from natural communities, which is the topic of this science work.

Key words: boron ore, underground mining, impoverishment ore

UVOD

Jarandolski tercijarni basen nalazi se u dolini reke Ibar, oko 14 km severno od Raške. Basen je izdužen u pravcu Z-SZ-I-JI.

Rekom Ibar je podeljen na dva dela: istočni, Piskanjski u kome se nalazi ležište bornih minerala „Piskanja“ i zapadni u užem smislu, jarandolski u kome se nalaze ugljonosni horizonti Jarandola, ležište minerala bora u Pobrđskom potoku i borna mineralizacija u Raspopovićima.

Ležište bornih minerala „Pobrđski potok“, nalazi se zapadno od Baljevca, a udaljeno je oko 1,6 km i sa njim povezano asfaltnim putem.

Teritorijalno ležište pripada Opštini Raška.

Ležišta bornih minerala formirana su u slanim jezerima koja su se nalazila u oblasti aktivnih vulkana. Od primarnih minerala najčešće se pojavljuju: kolemanit i haulit. Minerali rude bora, na osnovu dosadašnjih istraživanja, izlučeni su u dva

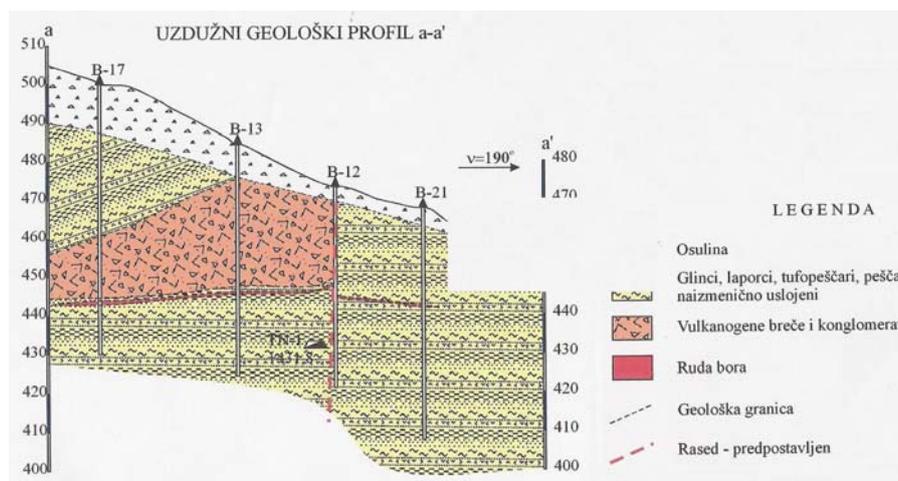
* Ibarski rudnici kamenog uglja - Baljevac

** JP PEU Resavica

rudna sloja sa međusobnom visinskom razlikom od 26 m. Srednja debljina ba rudna sloja je 2.62 m. Padni ugao rudnih slojeva iznosi od 18⁰ do 20⁰. Generalno ležište ima pravac pružanja S, SI – J, JZ sa

padom ka istoku, JI. Zadržavajući elemente pada same serije u kojoj se nalazi.

Karakterističan geološki profil prikazan je na sl. br. 1.



Sl. 1. Prikaz karakterističnog uzdužnog geološkog profila

Prateće stene rudnih slojeva čine: vulkanogene breče i konglomerati laporci, tufopeščari, peščari i glinci, koji često čine veće i manje proslojke u rudnom sloju, što negativno utiče na osiromašenje rovne rude.

U morfološkom pogledu, istražno područje predstavlja brdovit teren sa apsolutnom visinom od 375 m do preko 850 m.

Opšti tehničko – eksploatacioni faktori ležišta bornih minerala Pobrđe – Baljevac predodređuju otkopavanje rude bora tehnologijom podzemne eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina.

U ovom radu ukratko su prikazana neka stečena iskustva na otkopavanju rude bora u II rudnom sloju.

PRIKAZ GLAVNIH RUDARSKIH OBJEKATA

Ležište Pobrđe otvoreno je glavnim izvoznim niskopom N-1 sa K + 457,56 m do K + 428,50 m. Dužina niskopa je 86 m.

Svetli poprečni presek prostorije je trapezni, površine 6,05 m² sa ugrađenom čeličnom podgradom.

Iz glavnog izvoznog niskopa N-1, sa kote K + 437,80 m urađen je ventilacioni hodnik VH-1, dužine 50 m, koji produžava sa kote K + 415,47 u ventilacioni niskop VN-1.

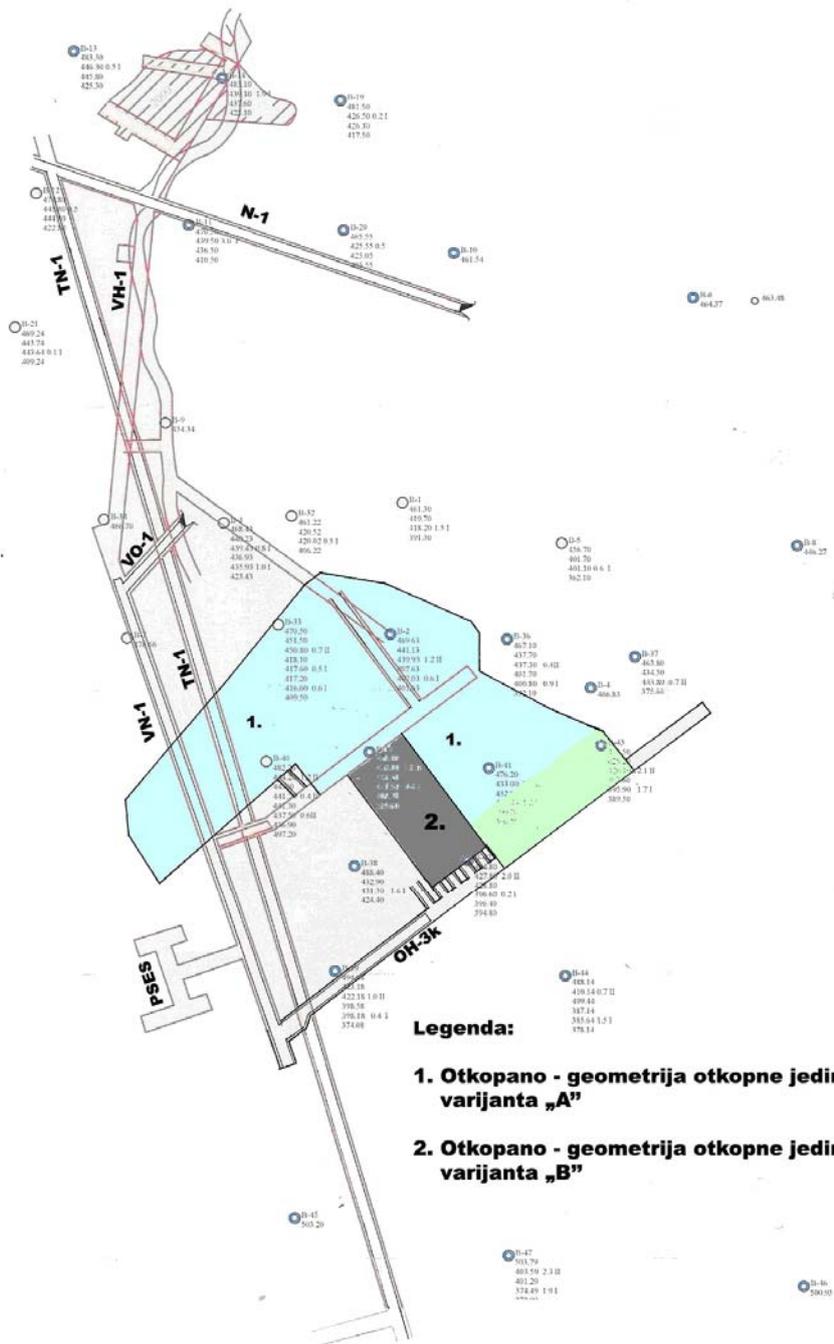
Sa kote K + 430,66 m izrađen je transportni niskop TN-1 do K + 382,50 m. Dužina TN-1 je 202 m.

Ventilacioni hodnik VH-1, ventilacioni niskop VN-1 i transportni niskop TN-1 su podgrađeni čeličnom trapeznom podgradom.

Ventilacioni hodnik VH-1, ventilacioni niskop VN-1 su urađeni u nivou prvog rudnog tela a transportni niskop TN-1 u nivou drugog rudnog tela.

Sa navozišta ventilacionog niskopa VN-1 urađeno je koso ventilaciono okno VO-1 sa kote K + 437,80 m do površine K + 466,00 m, dužina okna je 32 m.

Na slici br. 2. prikazane su glavne prostorije otvaranja.



Sl. 2. Prikaz glavnih prostorija otvaranja

TEHNIČKI OPIS OTKOPAVANJA

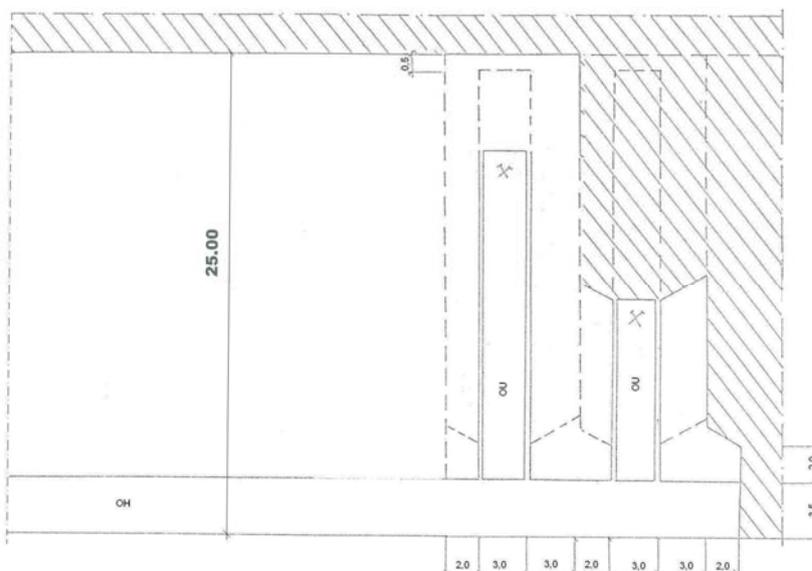
"Glavnim rudarskim projektom otvaranja i eksploatacije rude bornih minerala u ležištu Pobrđe, Ibarskih rudnika kamenog uglja – Baljevac", otkopavanje rude upućuje na moguću primenu kombi-novano "G" i "V" stubno – komorne metode otkopavanja po usponu ležišta.

Pripremnim hodnicima i otkopnim uskopima u otkopnom polju se formiraju pružni stubovi širine 25 m, maksimalno, po padu rudnog sloja a po pružanju 40 m – 100 m, u zavisnosti od dužine otkopnog

polja, u uslovima ležišta Pobrđe.

Pod terminom osnovna priprema otkopnog polja u pomenutom GRP podrazumeva se izrada osnovnih hodnika, kao i izrada ventilacionih veza dok se kao otkopna priprema smatra izrada otkopnih uskopa.

Sve ove prostorije izrađuju se tehnologijom bušačko – minerskih radova. Podgrađivanje radilišta osnovne i otkopne pripreme vrši se drvenom trapeznom podgradom dimenzija 3,0 m x 2,5 m x 2,2 m.



Sl. 3. Geometrija otkopne jedinice – varijanta „A“

Izabranom "V" metodom otkopavanja, pristupnim hodnicima i otkopnim uskopima u otkopnom polju formiraju se pružni stubovi širine 25 m po padu rudnog tela, a po pružanju L m u zavisnosti od dužine otkopnog polja. Otkopni stub sa ostavljanjem zaštitnog stuba ka bočnom starom radu je širine 3 m a prema narednom stubu 2 m i sa širinom otkopnog uskopa koja je 3 m, iznosi 8 m. Tako da se jednim otko-

pom i uskopom zahvata stub bornih minerala dimenzija 8 m x 2,5 m x L m.

Na slici broj 3. prikazana je otkopna jedinica.

Kod stubno – komorne "V" metode, otkopavanje se vrši u tri faze i to:

- I faza - izrada otkopnog uskopa,
- II faza - dobijanje bornih minerala iz bočnih krila i
- III faza - dobijanje bornih minerala iz

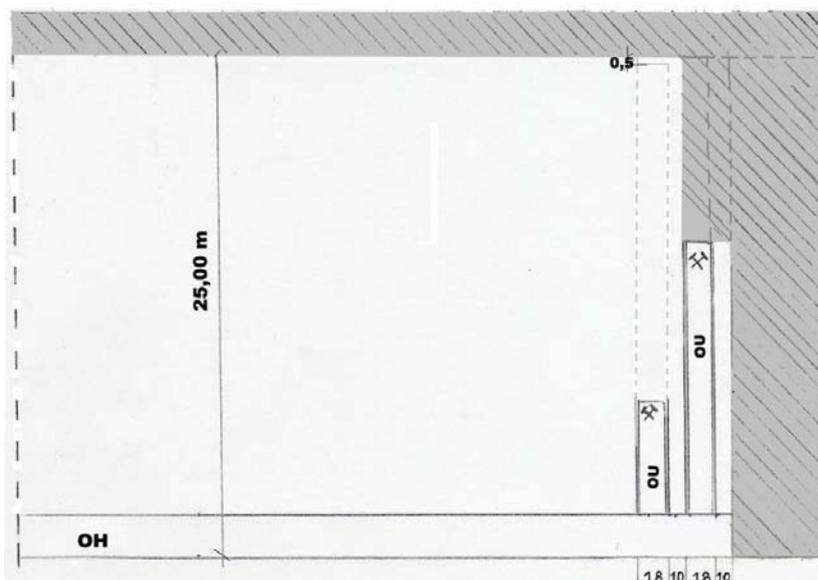
transportnog ili ventilacionog uskopnog hodnika i zaostalog dela bočnog stuba.

PROBNA – NOVA GEOMETRIJA OTKOPNE JEDINICE – VARIJANTA "B"

U nastojanju da se izbegne osiromašenje rovne rude zbog prožimanja pratećih stena, eksperimentisali smo primenom

nove geometrije otkopne jedinice. Otkopni uskopi se izrađuju u niskozašvođenom profilu sa dimenzijama 1,8 m x 1,7 m, sa zaštitnim stubom prema starom radu od 1 m i prema novom uskopu takođe 1 m. Opitom, otkopne uskope moguće je izrađivati bez podgrađivanja a osiromašenje se svede na minimum.

Na slici broj 4. prikazana je geometrija otkopne jedinice – varijanta "B".



Sl. 4. Geometrija otkopne jedinice – varijanta „B“

Geometrijom otkopne jedinice po varijanti "B" uspešnije se rešavaju zahtevi tržišta da je sadržaj B₂O₃ za komercijalnu rudu

najmanje 40%. Uporedne vrednosti bitnih faktora varijante "A" varijante "B" prikazane su u tabeli broj 1.

Tabela br. 1. Uporedne vrednosti bitnih faktora varijante „A“ i „B“

Varijanta	Izradene nadnice nad./t*	Otkopni i učinak t*/nad	Potrošnja jamske građe m ³ /t*	Potrošnja eksploaziva kg/t*	Potrošnja el.upaljač kom/t*	Izdvoje. jalovina t/t*	TR %	Sadržaj B ₂ O ₃ u nevalor. rudi %
"A"	7,35	0,32	0,15	0,203	0,446	0,22	18	16 - 22
"B"	5,67	0,53	0,04	0,104	0,191	0,07	38	26 - 28

t*; tona tržišne rude
TR; tržišna ruda

ZAKLJUČAK

Kod izbora nove geometrije otkopne jedinice pošlo se od činjenice da su prateće stene iznad rudnog sloja uslojene te nisu sklone samoodržavanju, bez podgrađivanja, pri iskopu većeg profila. Po pravilu, u takvim uslovima neminovna su znatna osiromašenja po sadržaju B_2O_3 što, radi zadovoljenja zahteva tržišta, uslovljava nova angažovanja na tehnološkoj predkoncentraciji.

Varijantom B postiže se: sigurniji i humaniji rad; smanjenje potrošnje osnovnih materijala; smanjuje se izvoz i odlaganje jalovine (pratećih stena); postiže se smanjenje zagađenja okoline; povećava procenat valorizacije rude, a što sve za krajnji cilj ima povećanje ekonomske dobiti.

LITERATURA

- [1] Glavni rudarski projekta otvaranja i eksploatacije rude bornih minerala u ležištu Pobrđe, Ibarskih rudnika kamenog uglja-Baljevac (JP PEU, Biro za projektovanje i razvoj-Beograd, februar 2008. godine),
- [2] M.Ivković, V.Ljubojev, A. Mladenović: Metoda otkopavanja u ležištu borne rude „Pobrđe“, Časopis Rudarski radovi, br.1/2001, Bor, (2001).
- [3] D.Stefanović, D.Štrbac:Izbor metode otkopavanja rudnog tela Čoka Marin, Časopis Rudarski radovi br. 2/2004, Bor, (2004).

UDK: 622.01(045)=861

Nedeljko Magdalinović, Rodoljub Jovanović*, Dragiša Stanujkić*,
Marija Magdalinović-Kalinović***

OPTIMIZACIJA RUDARSKIH PROJEKATA I PROIZVODNJE

OPTIMIZATION OF MINING PROJECTS AND PRODUCTION

Izvod

Optimizacija ciljeva projekata i proizvodnje u rudarstvu, gde se ciljevi ostvaruju u uslovima ograničenih prirodnih resursa i visokog rizika, je od izuzetnog značaja. Visoki stepen rizika proističe iz nezvesnosti koju nose prirodni uslovi i tržište minerala i metala.

Linearno programiranje je jedna od vrlo pouzdanih metoda za optimizaciju ciljeva rudarskih projekata i proizvodnje.

U radu se daje opšti oblik matematičkog modela linearnog programiranja projekata i proizvodnje u rudarstvu i numerički primer njegove primene u praksi.

ključne reči: projekti u rudarstvu, izbor projekata, upravljanje proizvodnjom, linearno programiranje

Abstract

The optimization of project and production objectives in mining, where objectives are achieved in conditions of limited natural resources and high risks, is of crucial importance. A high degree of risk is a result of uncertainty which exists in the natural conditions and in the mineral and metal markets. Linear programming is a very reliable method of optimizing project and production objectives in mining.

The paper gives a general form of the mathematical model of linear programming of projects and production in mining and a numerical example of its application in practice.

Key words: mining projects, project choice, production management, linear programming

UVOD

Rudarski projekti pripadaju grupi najsjloženijih i najrizičnijih projekata. Visoki stepen rizika proističe iz neizvesnosti koju nose prirodni uslovi i tržište minerala i metala.

Za tako visokorizične projekte, od velikog je značaja da se stepen rizika ostvarenja cilja svede na najmanju moguću

meru. U tome, linearno programiranje pruža velike i dragocene mogućnosti.

MODEL LINEARNOG PROGRAMIRANJA RUDARSKIH PROJEKATA I PROIZVODNJE

U najopštijem slučaju, rudarski projekti počivaju na eksploataciji, po kvalitetu i

* *Megatrend univerzitet, Fakultet za menadžment Zaječar*

** *RZZO Beograd*

rezervama, različitih ležišta ili delova ležišta.

Neka projekat, uslovnog godišnjeg kapaciteta $Q = 1$, obuhvata istovremenu eksploataciju n ležišta ili delova ležišta, sa različitim sadržajem korisne komponente: k_1, k_2, \dots, k_n ; različitim sadržajem korisnih primesa: p_1, p_2, \dots, p_n i različitim sadržajem štetnih primesa: $\check{s}_1, \check{s}_2, \dots, \check{s}_n$ i zajedničku preradu takve smeše.

Ciljna funkcija projekta je prihod po jednoj toni proizvedene smeše sirovine P , koji se želi maksimizirati, a dat je jednačinom:

$$(\max) P = X_1P_1 + X_2P_2 + \dots + X_nP_n \dots (1)$$

gde je:

X_1, X_2, \dots, X_n - učešće proizvodnje sirovine iz različitih ležišta ili delova ležišta, (del.jed.)

P_1, P_2, \dots, P_n - prihod po jednoj toni sirovine iz pojedinih ležišta ili delova ležišta, (din/t)

Cilj projekta treba ostvariti u uslovima odgovarajućih ograničenja, koja se odnose na godišnji kapacitet proizvodnje, minimalni sadržaj korisnih komponenti i maksimalni sadržaj štetnih primesa:

1. Godišnja proizvodnja sirovine Q je jednaka:

$$Q = X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1 \dots (2)$$

2. Sadržaj korisne komponente i korisnih primesa u jedinici mase proizvedene sirovine ne smeju biti manji od donjeg zahtevanog sadržaja:

$$X_1k_1 + X_2k_2 + \dots + X_nk_n \geq k_{\min}$$

$$X_1p_1 + X_2p_2 + \dots + X_np_n \geq p_{\min} \dots (3)$$

3. Sadržaj štetnih primesa u jedinici mase proizvedene sirovine ne sme biti veći od maksimalno dozvoljenog sadržaja \check{s}_{\max} :

$$X_1\check{s}_1 + X_2\check{s}_2 + \dots + X_n\check{s}_n \leq \check{s}_{\max} \dots (4)$$

Saglasno postavljenom cilju i zadatim ograničenjima, model linearnog programi-

ranja projekata i proizvodnje u mineralnoj industriji glasi:

$$(\max) P = X_1P_1 + X_2P_2 + \dots + X_nP_n$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1$$

$$X_1k_1 + X_2k_2 + \dots + X_nk_n \geq k_{\min} \dots (5)$$

$$X_1p_1 + X_2p_2 + \dots + X_np_n \geq p_{\min}$$

$$X_1\check{s}_1 + X_2\check{s}_2 + \dots + X_n\check{s}_n \leq \check{s}_{\max}$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Broj nejednačina u sistemu ograničenja zavisi od broja parametara sirovine koje treba ograničiti, zavisno od vrste sirovine i zahteva tržišta.

Rešavanje modela metodom linearnog programiranja svodi se na određivanje učešća proizvodnje sirovine iz pojedinih ležišta ili delova ležišta: X_1, X_2, \dots, X_n , u uslovima zadatih ograničenja, koja obezbeđuju maksimiziranje prihoda po jednoj toni proizvedene sirovine. Rešavanje modela vrši se simpleks metodom [1, 2].

Primenu matematičkog modela linearnog programiranja, datog sistemom jednačina i nejednačina (5), u definisanju projekata i upravljanju proizvodnjom u mineralnoj industriji prikazaćemo na jednom jednostavnom primeru, sa napomenom da je on primenljiv na sve moguće i najsloženije slučajeve.

Rudarska kompanija vrši istovremenu eksploataciju i preradu smeše rude bakra iz dva obližnja rudna tela A i B. Ruda u rudnom telu A sadrži: 0,5% bakra, 0,4 g/t zlata i 2,5 % sumpora. Ruda u rudnom telu B sadrži: 2,0 % bakra, 0,1 g/t zlata i 20 % sumpora.

Prihod po jednoj toni rude iz rudnog tela A iznosi 1200 din/t, a iz rudnog tela B 4500 din/t.

Kompanija želi da proizvodnju rude u rudnim telima definiše tako da u smeši rude koja odlazi u flotaciju bude: najmanje 1,0% bakra, najmanje 0,2 g/t zlata i najviše 10 % sumpora, kao štetne komponente.

Zadatak se svodi na određivanje učešća rude iz rudnih tela A i B u smeši koja kompaniji obezbeđuju maksimalan prihod po jednoj toni proizvedene rude i istovremeno zadovoljavaju zadata ograničenja u pogledu sadržaja bakra, zlata i sumpora u smeši.

Na bazi zadanog projektnog i proizvodnog cilja, funkcija cilja, saglasno opštoj jednačini (1), glasi:

$$(\max) P = 1200 X_1 + 4500 X_2$$

Ograničenje koje definiše godišnju proizvodnju glasi:

$$X_1 + X_2 = 1,0$$

Ograničenje koje definiše minimalni sadržaj bakra u smeši glasi:

$$0,5 X_1 + 2 X_2 \geq 1,0$$

Ograničenje koje definiše sadržaj zlata u smeši glasi:

$$0,4 X_1 + 0,1 X_2 \geq 0,2$$

Ograničenje koje definiše sadržaj sumpora u smeši glasi:

$$2,5 X_1 + 20 X_2 \leq 10$$

Na osnovu date ciljne funkcije i definisanih ograničenja, matematički model linearnog programiranja zadanog projektno-proizvodnog zadatka glasi:

$$(\max) P = 1200 X_1 + 4500 X_2$$

$$X_1 + X_2 = 1,0$$

$$0,5 X_1 + 2 X_2 \geq 1,0$$

$$0,4 X_1 + 0,1 X_2 \geq 0,2$$

$$2,5 X_1 + 20 X_2 \leq 10$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Budući da dati matematički model linearnog programiranja sadrži samo dve promenljive (X_1 i X_2), isti se može rešiti grafičkim postupkom ili simpleks metodom [1]. Matematički modeli linearnog programiranja sa više od dve promenljive mogu se rešiti jedino simpleks metodom.

U ovom radu daje se grafički postupak rešavanja modela linearnog programiranja, koji će korisnicima biti lako razumljiv, dok se sa simpleks metodom rešavanja mogu upoznati iz veoma dostupne i raznovrsne literature iz ove oblasti [1].

Za grafičko rešavanje neophodno je sve nejednačine u sistemu ograničenja izraziti u obliku odgovarajućih jednačina:

$$X_1 + X_2 = 1,0$$

$$0,5 X_1 + 2 X_2 = 1,0$$

$$0,4 X_1 + 0,1 X_2 = 0,2$$

$$2,5 X_1 + 20 X_2 = 10$$

Sve četiri prave koje odgovaraju zadatim ograničenjima prikazane su na sl. 1. Budući da u sistemu ograničenja figurira jednačina $X_1 + X_2 = 1,0$, to samo tačke koje se nalaze na duži **AB** zadovoljavaju sva zadata ograničenja.

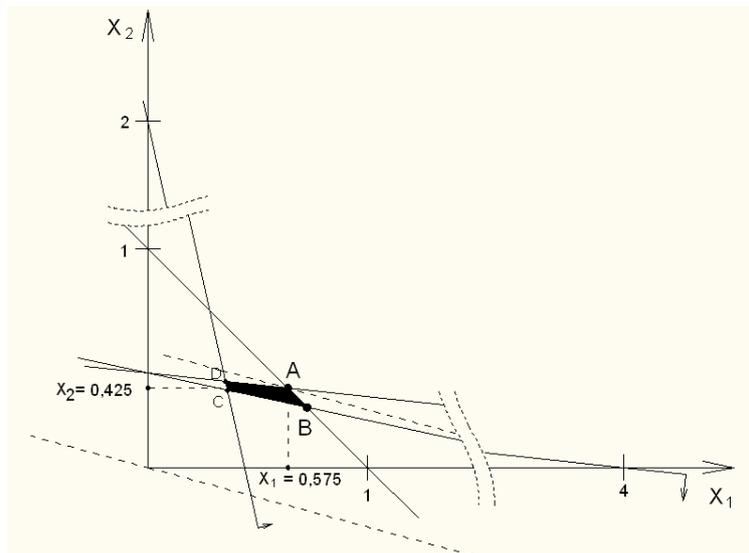
Optimalno rešenje zadatka nalazi se u jednoj od ekstremnih tačaka skupa mogućih rešenja, za koju funkcija cilja ostvaruje maksimalnu vrednost.

U tom cilju, pravu koja reprezentuje funkciju cilja ucrtaćemo tako da prolazi kroz koordinatni početak. Naime, iz uslova $P = 0$ sledi:

$$P = 1200 X_1 + 4500 X_2 = 0$$

odakle je:

$$X_2 = -0,25 X_1$$



Sl. 1 Grafičko rešenje

To omogućava lako ucrtavanje prave funkcije cilja kroz koordinatni početak. Translacijom ove prave do najudaljenije tačke A od koordinatnog početka dobijamo optimalno rešenje, koje glasi:

$$X_1 = 0,571$$

$$X_2 = 0,429$$

Za ove vrednosti promenljivih X_1 i X_2 , funkcija cilja-prihod po jednoj toni prizvedene smeše rude postaje maksimalan i iznosi:

$$(\max)P=1200 \times 0,571 + 4500 \times 0,429 = 2615,7 \text{ din/t}$$

Proverom u sistem ograničenja, zaključujemo da je on zadovoljen:

$$0,571 + 0,429 = 1,0 \quad (= 1,0)$$

Sadržaj bakra:

$$0,5 \times 0,571 + 2 \times 0,429 = 1,14 \quad (\geq 1,0)$$

Sadržaj zlata:

$$0,4 \times 0,575 + 0,1 \times 0,425 = 0,27 \quad (\geq 0,2)$$

Sadržaj sumpora:

$$2,5 \times 0,575 + 20 \times 0,425 = 9,94 \quad (\leq 10,0)$$

ZAKLJUČAK

Linearno programiranje je pouzdana i korisna metoda za optimizaciju ciljeva projekata i proizvodnje u rudarskoj industriji, gde se ciljevi ostvaruju u uslovima

ograničenih prirodnih resursa i visokog stepena rizika koji proističe iz prirodnih uslova eksploatacije i tržišta metala i minerala.

Svi problemi vezani za maksimizaciju ekonomskih efekata i minimizaciju troškova proizvodnje u rudarskoj industriji, počevši od izbora projekata do njihove proizvodne realizacije, vrlo uspešno se rešavaju linearnim programiranjem.

Time se kod izbora projekata i upravljanja proizvodnjom u rudarskoj industriji, kao vrlo složenom i visokorizičnom, stepen rizika ostvarenja ciljeva, koji proističe iz neizvesnosti koju nose prirodni uslovi i tržište, svodi na najmanju moguću meru.

LITERATURA

- [1] Magdalinović N., Jovanović R., Naučne osnove upravljanja projektima, Fakultet za menadžment Zaječar (2006)
- [2] Magdalinović N., The Model of Linear Programming of Projects in Mineral Industry. 39th IOCMM 2007., Sokobanja.

UDK: 622.278:622.333(045)=861

Mirko Ivković, Milenko Ljubojev**, Jovo Miljanović**

SISTEMI KONTROLE I UPRAVLJANJA PROCESOM PODZEMNE GASIFIKACIJE UGLJA

CONTROL SYSTEM AND MANAGEMENT OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION

Izvod

U ovom radu je predstavljen proces podzemne gasifikacije uglja (PGU) kao metod sa dobrim ekonomskim, ekološkim i energetske efektom.

Razmatrajući ovu problematiku PGU, neophodno je preliminarno detaljno analizirati tektonske i hidrogeološke prilike, kako bi se obezbedio što ispravniji tok reakcija sagorevanja u reakcionoj zoni.

Ključne reči: podzemna gasifikacija uglja (PGU), ekonomija, ekologija, tektonske i hidrogeološke prilike.

Abstract

The paper present the underground coal gasification process (UCG), as a method with good economic, environmental and energy effect. Considering this issue, it is necessary to thoroughly analyze preliminary tectonic and hydrogeological conditions, to ensure the correct flow of combustion reactions in reaction zone.

Key words: underground coal gasification process (USG), economy, ecology, tectonic and hydrogeological conditions

UVOD

Energetska situacija u svetu i međunarodno tržište energetske resursa upućuju nas na potrebu intenzivnijeg i efikasnijeg aktiviranja na planu obezbeđenja sigurnije energetske budućnosti. Rastuće potrebe za energijom, kako u kvantitativnom, tako i u kvalitativnom smislu, nameću potrebu da se prirodna energetska sirovinna baza koristi na tehnno-ekonomski i ekološki optimalan način. Ovo je naročito aktuelno u našoj zemlji koja ne raspolaže sa dovo-

lnim i po strukturi povoljnim rezervama energetske sirovine.

Otuda se i nameću zadaci razrade metoda pretvaranja uglja u gasovitu formu, njegovog znatno čistijeg i efektivnijeg sagorevanja, uz što revnosniju primenu rezultata istraživanja i razvoja u praksu.

Upravo metoda podzemne gasifikacije uglja (PGU) koja je kod nas povremeno aktuelizovana u vidu raznih studija odnosno elaborata, a u svetu zastupljena

* JP PEU-Resavica

** Institut za rudarstvo i metalurgiju

kroz polu-industrijsku, a ne retko kroz industrijsku PGU, omogućava i daje šanse za određenu dozu energetskog optimizma, ali onima koji joj poklanjaju pažnju i ulaganja u njeno osvajanje i razvoj. [1, 3]. U svemu tome svaki doprinos i aktiviranje u osvajanju tehnologije PGU je dobro došao ako mislimo na bolje energetsko sutra.

HEMIJSKA KINETIKA ODVIJANJA PROCESA PGU

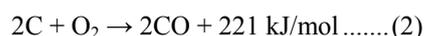
Podzemna gasifikacija predstavlja tipičan autotermički proces, a obuhvata degazaciju, odnosno pirolizu i samu gasifikaciju u reakcionoj zoni. Ti procesi nastaju kao rezultat uticaja visoke temperature i upravljanog, kontrolisanog nepotpunog sagorevanja uglja "in situ", a pri dovođenju gasifikujućeg sredstva (agensa) koje najčešće predstavlja vazduh, njegova mešavina sa vodenom parom u određenom odnosu, ili pak kiseonik. Tokom odvijanja procesa gasifikacije smenjivanjem endotermnih i egzotermnih reakcija, u sastavu dobijene gasne smeše (kratko-gasa) nalaze se uglavnom ugljenmonoksid, vodonik, metan, nešto ugljendioksida, ali i znatno azota kao i izvesne količine kiseonika, koji je ostao slobodan tokom reakcija.

Nakon zapaljivanja sloja stvara se u tom podzemnom "gas-generatoru" izvesna količina gasa koji počinje proticati kroz pore na nestacionaran način. Kada se proces sagorevanja razvio u potpunosti, razvijena količina toplote je dovoljno velika da proces gasifikacije teče "samostalnije". Zona gasifikacije pomera se i širi po dubini sloja i neposredno u zoni sagorevanja – reakcionoj zoni nastaju CO, CO₂, H₂ i CH₄.

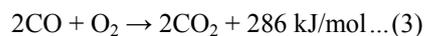
Jasno je da u dobijenoj smesi gasova ima i znatna količina azota koji potiče uglavnom iz vazduha kao gasifikujućega agensa i on se, kao i CO₂ kao inertni gasovi, kasnije na površini skruberima odvaja, te koristi potom u druge svrhe.

Početkom reakcije reguluje ugljenik iz uglja sa kiseonikom iz dovedenog kompri-

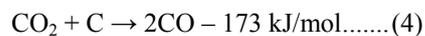
movanog vazduha, što se odvija odavanjem toplote (egzotermna reakcija) a po sledećim zavisnostima:



Pri postojanju viška kiseonika ugljenmonoksid može pri sagorevanju izvesnim delom preći u ugljendioksid:

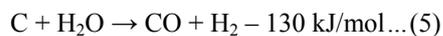


Istovremeno, pri visokim temperaturama i početku kontakta CO₂ sa ugljem, nastaje njegov preobražaj u CO:

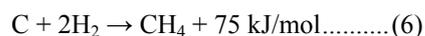


Brzina nastale reakcije zavisi od temperature, a toplota koja se izdvaja odgovara povećanju temperature ugljenog sloja, a samim tim toku endotermne reakcije po gornjoj jednačini.

Pri kontaktu vodene pare, već postojeće u sloju uglja, odnosno transformisane iz "procedene" vode – vlage iz okolnog masiva, odvija se sa ugljenikom iz uglja egzotermna reakcija sa stvaranjem gorivih gasnih komponenata CO i H₂:



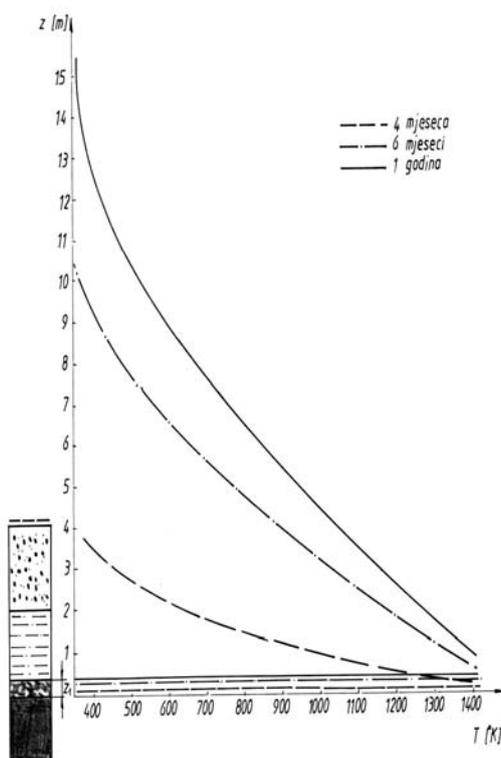
odnosno procesom "metanizacije" metan čija znatna toplotna moć utiče na poboljšanje toplotne moći dobijenog gasa iz PGU:



Reakcije u gornjim jednačinama odvijaju se pri temperaturama preko 900-1000 °C, pri čemu brzina reakcije vrlo znatno zavisi od temperature. Na taj način, na račun toplote reakcija 1, 2, 3 dolazi do daljnjeg povećanja temperature uglja, što obezbeđuje njegovo sušenje, odvajanje letećih čestica koje se nalaze kao goruće komponente (CO, H₂, CH₄), a takođe pomaže odvijanje reakcija datih gore pod 5 i 6.

Brzina hemijskih reakcija kiseonika sa ugljenikom na čvrstoj površini uglja zavisi u osnovi od temperature i specifične

reakcione površine. (Raspored temperatura nad gasifikujućim slojem – po njegovoj dubini, a u zavisnosti od trajanja gasifikacije predstavljen je na sl. 1).



Sl. 1. Promena poroznosti od temperature

Specifična reakciona površina karakterisana je površinom uglja po jedinici njegove zapremine u kojoj se odvija heterogeni proces hemijske reakcije kiseonika sa ugljenikom.

Brzina te reakcije s povećanjem temperature raste znatno brže nego brzina difuzije kiseonika u uglju. Poznato je, npr., da pri povećanju temperature uglja za 10°C brzina heterogene reakcije kiseonika sa ugljenikom se povećava 2 do 3 puta, za koje vreme se koeficijent difuzije vazduha u uglju povećava tek za 20÷30 %. Na taj će način brzina PGU zavisiti od brzine hemijske reakcije sagorevanja ugljenika i brzine difuzije vazduha u uglju, zbog čega se u samom procesu PGU i uočavaju difuzioni, kinetički i prelazni režim, kao

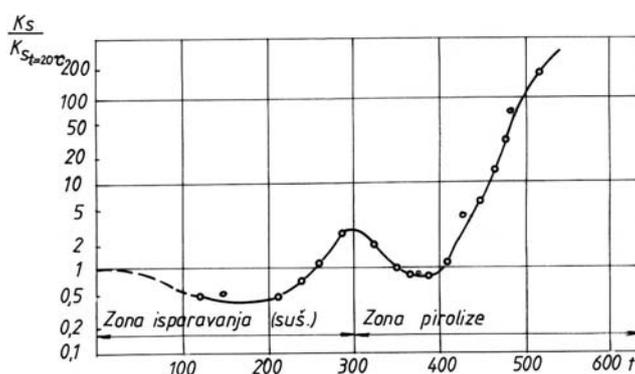
izvesne međuzavisne faze u procesu gasifikacije.

Zavisno od specifičnosti procesa reakcije se odvijaju određenim brzinama, a upravo uspostavljene zavisnosti brzina od koncentracija komponenata u pojedinim fazama gasifikacije omogućavaju uticaj brzine na željenu koncentraciju (uz ostale aktivne uticaje). U praksi PGU često imamo slučaj u kome voda – vlaga dolazi iz okoline reakcione zone sa određenim sadržajem vlage u toj okolini. To se objašnjava teškoćom količinske precizne identifikacije produkata gasifikacije, a u slučaju dotoka većih količina vode moglo bi doći i do onemogućavanja provođenja procesa, zbog čega se hidrogeologiji oko-

Inog masiva treba posvetiti što veća pažnja.

Visoka temperatura u zoni gasifikacije omogućava, dakle, zagrevanje, a samim tim isušivanje i nastajanje pukotina, zbog čega se deo toplote prenosi na okolni stenski masiv. Naknadno do reakcione zone može prodrati voda ili gas iz okolnog

masiva. Tako to utiče na poroznost i filtraciju sloja, a time i na parametre karakteristične za prenos toplote i mase. [2]. (Zavisnost poroznosti od temperature data je na sl. 2 koja je rezultat laboratorijskog tretmana na Rudarskoj akademiji Frajberg iz vremena 80-ih godina).



Sl. 2. Raspored temperatura nad gasificirajućim slojem

PROCES KONTROLE

Kod svakog procesa, pa i ovde, prvi korak u kontroli svake operacije podzemne gasifikacije je određivanje ključnih radnih parametara. Sledeći korak je praćenju istih tako da bude poznato odvijanje gasifikacije i otkrivanje mogućih anomalija; odgovarajuće korektivne aktivnosti trebaće poduzimati radi održavanja stalnog rada pod željenim gasifikacionim uslovima.

Idealno gledano, mehanizmi dodira gasifikujućeg agensa i upaljenog uglja treba da budu takvi da se ugalj potpuno gasifikuje na licu mesta, da se CO₂ proizveden reakcijom CO sa parom ponovo pretvara u CO reakcijom sa vrelim ugljenikom, te da se sav slobodni kiseonik u ulaznoj struji utroši. Sistem uspostavljanja i održavanja takvog dodirnog mehanizma je težnja svakog stručnjaka iz ove oblasti, a iskustva koja sa rudarenjem imamo već duže vremena, mogu samo pomoći u osvajanju finisa ove eksploatacione tehnologije čija nemino-

vnost primene se nameće kao skori imperativ.

Kontrola i sprečavanje zarušavanja krovine

Gasifikacioni ciklusi obično počinju sa najvišim nivoima toplotne moći gasa koji se proizvodi, a nastavljaju se sa postepenim blažim sniženjem toplotne moći u funkciji vremena i povećanjem zapremine podzemnih, tako nastalih šupljih prostora.

Zarušavanje krovine, ako do istog dođe, može da ima posledice na toplotnu vrednost gasa. To uslovljava promene karaktera šupljine u neposrednoj blizini vatrenog čela, gde gasovi prolaze kroz obrušeni materijal, a do problema može da dođe samo ako materijal obrušene krovine ima malu propustljivost. Obzirom da je produkciona bušotina donjim dnom već u sloju uglja, onda pomenuti problem s druge strane pomaže da gas ne "odluta" u

okolni masiv nego u tu bušotinu, bar u toj količini koja je uzeta u obzir pomenutim koeficijentom gasifikacije od 65%.

Temperatura zone sagorevanja je tu presudna i mora da se održava tako da se gasifikacija odvija na temperaturama ispod tačke topljenja pepela. Jer, ako bi dolazilo do topljenja pepla, masa šljake bi otežavala proces dodira uglja i dela gasa, a smanjenje zapremine preteranom temperaturom moglo bi uticati na zarušavanje krovine. Dakle, nekontrolisano rušenje krovine ne dovodi do problema samo u kontroli i uspešnom odvijanju gasifikacionog procesa, već bi moglo dovesti do problema sleganja koje bi bilo izraženije samo kod gasifikacije plićih slojeva uglja.

Generalno gledano, problemi sa sleganjem terena usled mogućeg zarušavanja krovine, su ređe izraženi, a tamo gde do nepovoljnosti od zarušavanja može doći istraživači ove problematike ukazuju na potrebu zasijavanja peščarima i škriljcima raznih krupnoća, naročito kada je u pitanju zasipanje uglavnom praznih prostora.

Kod podzemnih gasifikacionih sistema sa bušotinskom proizvodnjom jedini pristup je kroz bušotine. Mada su metodi kontrole krovine donekle verovatno ograničeni na pneumatsko ili hidraulično zasipanje, isti se mogu razmatrati na razne načine, uz primenu raznih materijala i metoda, a u zavisnosti od specifičnosti samog ležišta i uslova odvijanja PGU.

Propustljivost povezivanja – usitnjavanje

Za odvijanje podzemne gasifikacije ugljenog sloja potrebno je da ugalj bude dovoljno propustljiv, da omogući protok gasifikujućeg agensa, ali i dobijenog gasa, kroz sloj. Ovo naravno bez eventualnog prekomernog pada pritiska. Ako ugalj međutim nije dovoljno propustljiv, propustljivost uglja se može povećati povezivanjem ili spajanjem dvaju ili više mesta u sloju. Do sada korišćene metode povezivanja su pneumatsko povezivanje-frakturiranje, hidrauličko povezivanje vo-

dom ili muljevima, elektropovezivanje i usmereno bušenje.

Propustljivost prirodnih ugljeva se menja sa kvalitetom; niskokvalitetni ugljevi, napr. ligniti, a i mrki ugljevi, imaju dovoljno prirodne propustljivosti, u kojim slučajevima je podzemna gasifikacija izvodljiva i bez posebnog povezivanja. Bitumenozni i kvalitetniji ugljevi (napr. kameni), međutim, zahtevaju povezivanje.

Kontrola oticanja i isticanja

Ovaj vid kontrole može nekada da bude vrlo aktuelan jer gubitak znatnije količine gasifikujućeg agensa ili proizvedenog gasa može da ima negativan uticaj na toplotnu moć proizvednog gasa, odnosno na iskorišćenje toplotne moći uglja. Ozbiljnost problema isticanja se menja sa geološkim karakteristikama ležišta, odnosno dubinom ugljenog sloja, propustljivošću sloja, tipom krovinskih i podinskih masiva i rasednim zonama. Mada se ove faze mogu identifikovati tokom faze istraživanja i planiranja primene PGU, prognoza potencijala isticanja je u nekim elementima još uvek izazovna i zahtevna.

Neki radovi na relativno malim dubinama pokazuju da bi za održavanje isticanja gasa na tolerantnom nivou pritisci gasa trebalo da budu ograničeni na 3,5 bar ili manje. Veći pritisci bi možda bili mogući na većim dubinama ili manje propustljivim formacijama. U svakom slučaju potpuno je jasno da podzemnu gasifikaciju ne treba nikada pokušati na jako rasednutim ili razlomljenim površinama, gde isticanje može biti preterano.

Problem isticanja može da se poveća i postane ozbiljan kada se eventualno zaruše krovinski masivi i omoguće da gas odlazi u porozne sedimentne slojeve iznad, naročito kada se gasifikacija vrši na plitkim ugljenim slojevima. S druge strane, ako je moguće sprečiti zarušavanje krovine i ako su injekcione i produkcione bušotine pravilno pripremljene i zaptivene, isticanje će biti malo i savladivo u nerazlomljenim i nerasednutim ugljenim slojevima. Nije na odmet ukazati da se gubici oticanjem i isticanjem povećavaju

sa povećanjem statičkog pritiska u podzemnim generatorima, kao i sa povećanjem prostora nastalih kao posledice sagorevanja uglja.

Kontrola podzemnih voda

Formacije sedimentnog tipa u sadejstvu sa ugljenim slojevima obično imaju slojeve koji sadrže vodu, ponekad i ponegde i u većim količinama. Sami ugljeni slojevi tipično sadrže 1-10 % vlage kod ugljeva bitumenoznog tipa, odnosno 30-40 % vlage kod lignita. Uslovi se naravno razlikuju i podzemni rudnici uglja mogu biti potpuno suvi ili mogu imati znatan priliv vode kroz pukotine ili rasedne zone, koje spajaju ugljeni sloj sa vodonanosima u formacijama iznad uglja.

Do izvesne mere, prisustvo vode u sloju poboljšava kvalitet gasa, pošto reakcija voda-agens može da proizvede više vodonika u gasu koji otiče. Međutim, ovo se odvija na račun toplote, pošto se izvestan deo troši na isparavanje tečne faze (pa i vode iz okolnog masiva) koja bi da prodre u reakcionu zonu. Priliv vode iznad te mere može gasiti reakciju sagorevanja i same gasifikacije.

Na izvestan način problem vezan sa kontrolom vode je i činjenica da podzemna gasifikacija može da donekle zagadi okolne zalihe podzemnih voda. Bilo da se radi o povećanju temperature vode u okolini usled odvođenja toplote iz zone sagorevanja, odnosno od vrućih gasova koji ističu, bilo da se radi o povećanju sadržaja rastvorljivih soli podzemnih voda, neophodno je već u samom startu PGU imati jasnu situaciju u pogledu zavodnjenosti, odnosno hidrogeoloških prilika uopšte.

ZAKLJUČAK

Razmatrajući problematiku PGU neophodno je preliminarno detaljno analizirati naročito tektonske i hidrogeološke prilike, kako bi se omogućio što ispravniji

i sledljivi tok reakcija sagorevanja u reakcionoj zoni. Iskustva nosilaca aktivnosti oko PGU u svetu, kao i naša opažanja, ukazuju sa kakvom ozbiljnošću želimo uticati na što sigurnije ekonomsko, ekološko i energetske sutra.

Svi smo svesni da su naši energetske resursi pri kraju eksploatacije klasičnim metodama, ali svaki doprinos, pa i naš, da sa većim poverenjem pristupamo tehnologijama poput PGU, može samo pomoći da sa manje zebnje gledamo na budućnost generacija koje dolaze.

LITERATURA

- [1] D. Petrović, Izučavanje primjene PGU kod vanbilansnih rezervi uglja na području SB ugljenog basena, Disertacija, Tuzla, 1988.
- [2] D. Petrović, M. Ivković, M. Milenković, D. Petrović: Preliminarna ocena mogućnosti uvođenja tehnologije PGU u aleksinačkom ležištu, Međunarodni simpozijum, Vrnjačka Banja, 2007.
- [3] M. Ivković, V. Bijelić: Osnove tehnologije podzemne gasifikacije ležišta uglja, Časopis Energetičar br. XIII Banja Luka, (2009).
- [4] M. Radmilović: Projektni (PPM) i korporativni portfolijo menadžment (CPM) Časopis Arhiv za tehničke nauke Bijeljina (2009).
- [5] M. Stjepanović: Strateški pristup planiranju razvoja i proizvodnje mineralnih sirovina u oblasti rudarstva Srbije, Časopis Rudarski Radovi br. 1/2002, Bor, (2002).
- [6] D. Urošević, D. Domanović: Problemi ekonomske procene vrijednosti rudnika i rezervi mineralnih sirovina u Srbiji, Časopis Rudarski Radovi br. 1/2007, Bor, (2007).
- [7] M. Stjepanović: Novi izazovi i vizije rudarstva u svetu sa osvrtom na rudarstvo u Srbiji, Časopis Rudarski Radovi br. 2/2007, Bor, (2007).

UDK: 551:622.343(045)=861

Miroslava Maksimović, Goran Pačkovski*, Milenko Jovanović*, Krsta Nikolić***

EKONOMSKA (VREDNOSNA) OCENA TEHNOGENOG LEŽIŠTA „DEPO ŠLJAKE 1“

ECONOMIC (GEOLOGICALY – ECONOMIC) ESTIMATE OF TECHNOGENE DEPOSIT „DEPO ŠLJAKE 1“

Izvod

Ekonomska (vrednosna) ocena tehnogenog ležišta „Depo šljake 1“ obuhvata problem iskorišćavanja ležišta, primenu mineralne sirovine iz njega u različitim oblastima potrošnje, ističući pri tome efekte koji se ostvaruju ili mogu ostvarivati pri eksploataciji i korišćenju mineralne sirovine. Osnovni elementi ekonomske ocene su troškovi eksploatacije i prerade mineralne sirovine, čijim se upoređivanjem sa vrednošću ostvarenom prodajom produkata eksploatacije i prerade, dobija sintetski izraz vrednosti ležišta, u celini ili jedne tone istraženih rezervi.

ključne reči: *ekonomska ocena, rezerve, troškovi eksploatacije, rentabilnost*

Abstract

Economic (geologically-economic) estimate of technogene deposit „Depo šljake 1“ include deposit explore problem, use of mineral resources in different industrial and structural life areas, with positive economic effects from process of exploitate and exploitation. The basic elements of economic estimate are: exploitating and recasting of mineral resource – expenses, which comparison with on market – product (from exploitation and recasting) value getting sintetic express of deposit valye, overall or in tones of exploring reserves.

Key words: *geologicaly-economic estimate, mineral reserve's, economical valye of exploration, rentability*

UVOD

Tehnogeno ležište „Depo šljake 1“, nalazi se u krugu industrijske zone RTB-a u Boru. Samo ležište je u graničnoj zoni sa deponijom stenske jalovine nastale pri površinskom otkopavanju geogenog ležišta bakra „Bor“ (odnosno pojedinih rudnih

tela ovog ležišta). Delom se graniči sa deponijom jalovine iz borske flotacije, određene u udubljenju, nastalom posle površinskog otkopavanja rudnog tela „H“.

Tokom 2001. godine učinjeni su prvi pokušaji valorizacije bakra i plemenitih

* Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

** Rudnici bakra Bor

metala iz šljake plamenih peći u industrijskom postupku, sa prethodnom flotacijskom preradom. U periodu od 2002. do 31. XII. 2005. godine flotacijski je prerađeno oko 900.000 tona šljake iz tehnogenog ležišta "Depo šljake 1" u Boru (sl. 1).

Dobijeni su zadovoljavajući koncentracije bakra, sa znatnim sadržajem zlata i srebra, čime je dokazano da je primenjenim postupcima moguća rentabilna valorizacija korisnih komponenti iz navedene sirovine.



Sl. 1. Tehnogeno ležište bakra "Depo šljake 1" u Boru; (pogled sa probne etaže 350 m)

Tehnogeno ležište bakra „Depo šljake 1“ u Boru, nastalo je kao nusprodukt jedne od faza pirometalurškog procesa dobijanja bakra. Mineralni sastav šljake čine metalni i nemetalni minerali. Na osnovu kvalitativnih mineraloških analiza utvrđen je sledeći mineralni sastav šljake: čvrsti sulfidni rastvor (Cu-Fe), halkozin, pirit, bakar, kuprit, magnetit i minerali jalovine. Najzastupljeniji rudni mineral je sintetički magnetit, a od minerala bakra sulfidna faza, odnosno „čvrsti sulfidni rastvor Cu-Fe“.

Nemetalni minerali (jalovina) predstavljeni su staklom sa pojavom različitih

eutektičkih dendrita (fajalit i dr.).

Tehnogeno ležište bakra "Depo šljake 1" u Boru karakteriše se raznolikim teksturama. Megatekstura ležišta, u metarskom do dekametarskom području posmatranja je pseudoslojevita, sa karakterističnim kontrakcionim pukotinama. Makroteksture, u decimetarskom području posmatranja, su vrlo raznolike (sl. 2; a,b,c). Tako se na uzorcima zapažaju šupljikave, koraste i penaste teksture, brečoidne teksture, masivne teksture, i druge teksture. Makrostruktura šljake je masivna sitnozrna, retko šupljikava, ali takođe vrlo sitnozrna.



Sl. 2: Uzorci šupljikave (a), šupljikavo-penaste (b), koraste i korasto-penaste (c) tekture iz ležišta "Depo šljake - 1" u Boru

Prema razmerama, tehnogeno ležište „Depo šljake 1“, pripada kategoriji malih ležišta bakra. Ima oblik subhorizontalnog platoa sa kosinama koje su nagnute prema severozapadu. U planu je ležište slično izduženoj elipsi, čija duža osa ima orijentaciju SZ-JI (oko 700 m), a kraća osa JZ-SI (oko 200 m). Srednja debljine ležišta je oko 30 m.

Istraživanja tehnogenog ležišta bakra „Depo šljaka-1“ obavljena su: geodetskim i geodetsko-geološkim radovima (kojima su utvrđeni oblik, položaj i granice ležišta), zatim drugim geološkim, laboratorijskim i tehnološkim ispitivanjima. Efektivnost izvedenih istraživanja je visoka. Procena da je ukupan iznos do sada uloženi sredstava oko

9.000.000 din, (100.000 €). Oprobavanje je imalo za cilj utvrđivanje: kvaliteta šljake, tehnološka i drugih svojstava bitnih za tehnološka ispitivanja, te geomehaničkih i mineraloških karakteristika.

POLAZNI PARAMETRI GEOLOŠKO-EKONOMSKE OCENE

Polazni parametri vrednosne ocene ležišta su, rezerve, potrebne investicije i troškovi proizvodnje.

Proračunom rezervi u tehnogenom ležištu bakra "Depo šljake 1" u Boru utvrđene su rezerve sa stanjem na dan 31. XII. 2005 godine. Proračunate rezerve u predviđenom otkopnom prostoru su 9.190.940 šljake sa:

- srednjim sadržajem Cu ukupni od 0,715%, odnosno sa 65.715 t bakra,
- srednjim sadržajem Cu oksidni od 0,202%, odnosno sa 18.566 t bakra,
- srednjim sadržajem Cu sulfidni od 0,513%, odnosno sa 47.150 t bakra,
- srednjim sadržajem Au od 0,282 g/t, odnosno sa 2.592 kg zlata,
- srednjim sadržajem Ag od 4,50 g/t, odnosno sa 41.359 kg srebra,
- srednjim sadržajem Fe₃O₄ od 8,60%, odnosno sa 790.421 t magnetita,
- srednjim sadržajem Mo od 0,0413%, odnosno sa 3.796 t molibdena,
- srednjim sadržajem S od 0,611%, odnosno sa 56.157 t sumpora.

INVESTICIJE

Investicije su iskazane u US \$ i dinarima (po kursu: 1 US\$ = 70 din), a struktura ulaganja u investicije je sledeća:

- ulaganje u liniju za preradu šljake: 7.048.000 US\$ [493.360.000 din]
- ulaganje u eksploataciji (otkopavanje): 2.750.000 US\$ [192.500.000 din]

TROŠKOVI PROIZVODNJE

Osnova za proračun troškova proizvodnje su normativni radovi i materijalni inputi dati u programu proizvodnje bakra i planskih cena.

Obračun troškova amortizacije izvršen je primenom zakonskih stopa; postojeća amortizacija sagledana je iz planskih dokumenata. Računalo se sa sledećim prodajnim cenama gotovih proizvoda:

- bakar: = 4.000 US\$/t [280.000 din/t]
- zlato: =450 US\$ po trojnoj unci =14.467 US\$/kg [1.012.690 din/kg]
- srebro =250 US\$/kg [17.500 din/kg]

Cene su sagledane na bazi dosadašnjeg ostvarenja, plana i prognoze kao i strukture plasmana na domaćem i stranom tržištu.

Flotacijsko iskorišćenje:

- a) bakar prosečno 50%;
- b) zlato prosečno 50%;
- c) srebro prosečno 40%.

Metalurško iskorišćenje: bakra 94%; zlata 90%; srebra 90%.

Troškovi prerade u metalurgiji:

- a) za bakar, 700 US\$/t (49.000 din)
- b) za zlato, 150 US\$/kg (10.500 din)
- c) za sebro, 15 US\$/kg (1.050 din)

Cena koštanja proizvodnje iznosi:

- Kop po 1t iskopina: 1,77 US\$/t [124 din/t] (sa uračunatim investicijama)
- Flotacija po 1t rude: 4,8 US\$/t [336 din/t] (sa uračunatim investicijama)
- Ukupno: 6,57 US\$/t [460 din]

Rentabilnost

Rentabilnost, produktivnost i ekonomičnost su najvažniji pokazatelji, kojima se verifikuju osnovni principi ekonomskih načela reprodukcije. Princip rentabilnosti zahteva da se ostvari što veći dohodak sa što manjim ulaganjem, odnosno angažovanjem sredstava za reprodukciju. Izračunava se po formuli:

$$R_b = \frac{D}{S_a}$$

gde je:

- R_b – rentabilnost (delovi jedinice: 0,1; 0,2 itd.);
 - D – dohodak (planiran ili ostvaren), novčana jedinica;
 - S_a – angažovana sredstva (osnovna i obrtna), novčane jedinice.
- Ako se izražava u procentima, onda je

$$R_b = \frac{D}{S_a} \times 100 \text{ (10\%; 20\% itd.)}$$

U konkretnom slučaju: D = 60.292.566 US \$ i S_a = 83.830.560 US \$, pa je:

$R_b = 71,9\%$, što se može smatrati sasvim zadovoljavajućim, odnosno visokim ekonomskim parametrom.

Koeficijent rentabilnosti investicija predstavlja pokazatelj odnosa dobiti i ukupnih investicija. Računa se po obrascu:
 $r = D/I$,

u kome je:

D - dohodak (planiran ili ostvaren), novčana jedinica;

I - investicije, novčana sredstva.

U konkretnom slučaju:

$D = 60.292.566$ US\$ i

$I = 9.798.000$ US\$, pa je

$r = 6,15$, što je takođe visok iznos.

Vrednost ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir (statički pristup)

Vrednost ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir svodi se na iskazivanje uslovne vrednosti korisnih komponenti koje ležište sadrži, odnosno koje bi se eksploatacijom i preradom mogle dobiti. U suštini, kao merilo ekonomske vrednosti može se uzeti razlika između vrednosti korisnih komponenti koje se mogu iskoristiti iz ležišta i troškova koji se mogu podneti za njihovo dobijanje. Najčešće korišćena formula za vrednosnu ocenu ležišta je:

V - uslovna vrednost ležišta, novčana sredstva;

V_i - vrednost korisnih komponenti koje se mogu dobiti iz ležišta (novčana jedinica/t rude);

T_i - troškovi potrebni za dobijanje korisnih komponenti (novčana jedinica/t rude);

R - rezerve mineralne sirovine-korisne komponente (tona);

G - ukupni gubici u fazi eksploatacije (tona).

Uslovna vrednost jedinice rezervi je:

$$V_j = V_u : R_e$$

gde je:

V_j - uslovna vrednost jedinice rezervi, (US\$);

V_u - uslovna vrednost rudnog tela (ležišta), (US\$);

R_e - eksploatacione rezerve (t).

Primenjujući gornje obrazce dobija se:

$$V_i = 60.292.566 \text{ US\$ [4.220.479.600 din]},$$

gde su:

$Cu = 13,44$ US\$/t rude;

$Au = 1,836$ US\$/t rude;

$Ag = 0,405$ US\$/t rude;

Ukupno $V_i = Cu + Au + Ag = 13,44 + 1,836 + 0,405 = 15,681$ US\$/t (1.097,67 din/t) rude.

Troškovi:

-Troškovi flotacije (sa investicijama) = 4,8 US\$/t (336 din/t) rude

-Troškovi eksploatacije (sa investicijama) = 1,77 US\$/t (123,9 din/t) rude

-Troškovi topionice za Cu = 2,5024 US\$/t (175,168 din/t) rude

-Troškovi rafinacije: za Au = 0,02115 US\$/t rude; za Ag = 0,027 US\$/t (1,89 din/t) rude.

-Ukupno $T_i = 9,121$ US\$/t (638,47 din/t) rude.

Uslovna vrednost jedinice rezervi je:

$$V_u = 60.292.566 \text{ US\$}; R_e = 9.190.940 \text{ t,}$$

te sledi da je:

$$V_j = 6,56 \text{ US$/t (459,2 din/t) rude.}$$

VREDNOST LEŽIŠTA SA UZIMANJEM VREMENSKOG FAKTORA U OBZIR (DINAMIČKI PRISTUP)

Vrednost ležišta sa uzimanjem vremenskog faktora u obzir može se izraziti preko neto sadašnje vrednosti i/ili interne stope rentabilnosti. Istraživanje, eksploatacija i primarna prerada mineralnih sirovina odvija se u određenom vremenskom periodu i pod dejstvom veoma različitih uticaja, zavisno od dužine toga perioda. Realno je očekivati da će u dužem periodu uticaj različitih rizika (geoloških, rudarskih, ekonomskih i ostalih) biti veći, pa se ovo mora imati u vidu prilikom utvrđivanja ekonomske (vred-

nosne) ocene ležišta i rudnika, odnosno obuhvatanjem i uticaja vremenskog faktora. Sve primenjene metode po ovom principu, zasnivaju se na svođenje budućih efekata ulaganja na njihovu sadašnju vrednost (vrednost na dan ocene). Koeficijent (pokazatelj) takvog svođenja (diskontovanja) je veličina recipročna složenom interesu. Prilazi ovom problemu u osnovi su vezani za političko-ekonomski sistem društvenog uređenja zemlje za koju se ocena obavlja. Do skora je u tom pogledu pravljena oštra razlika između zemalja različitog političkog uređenja. Obzirom na aktuelno stanje političkih i društveno-političkih prilika u svetu, kao i u našoj državi, kao dominantni i najznačajniji faktor i vrednosni pokazatelj koji direktno utiče na geološko-ekonomsku ocenu ležišta, jeste faktor rentabilnosti, odnosno mogućnost profita.

Neto sadašnja vrednost (NPV)

NVP je savremeniji način ocene vrednosti ležišta mineralnih sirovina koji se često upotrebljava. Neto sadašnja vrednost projekta definisana je kao razlika između priliva i odliva gotovine.

Svi godišnji tokovi gotovine po unapred određenoj diskontnoj stopi, diskontuju se na nultu tačku vremena (početak implementacije) po sledećoj formuli:

$$NPV = \frac{R_1 - C_1}{(1+r)^1} + \frac{R_2 - C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n - C_n}{(1+r)^n},$$

gde je:

R_1, R_2, \dots, R_n – prihodi u odgovarajućim godinama (novčane jedinice);

C_1, C_2, \dots, C_n – troškovi (rashodi) u odgovarajućim godinama (novčane jedinice);

r – diskontna stopa.

Za utvrđivanje NPV (neto sadašnje vrednosti) tehnogenog ležišta bakra "Depo šljake 1" u Boru počinje se od parametara r , koji je 9% i 10%. Vrednost rude i troškovi proračunati su, prema definisanim parametrima (cena proizvoda, troškovi eksploatacije i prerade, gde su ugrađeni i troškovi investicionih ulaganja po jednoj toni rude).

Uslovna vrednost jedinice rezervi je:

$$V_j = V_u : R_e$$

gde je:

V_j – uslovna vrednost jedinice rezervi, (US\$);

V_u – uslovna vrednost rudnog tela (ležišta), (US\$);

R_e – eksploatacione rezerve (t).

Primenjujući ove obrazce dobija se njegova vrednost:

- kada je $r = 9\%$, NPV = 41.270.652 US\$ (2.888.945.600 din.)

- kada je $r = 10\%$, NPV = 39.742.434 US\$ (2.781.970.300)

Uslovna vrednost (V_j) jedinice rezervi je: $V_j = V_u : R_e$, gde su:

kada je $r = 9\%$, $V_j = 4,49$ US\$/ t (314,30 din/ t) rude

kada je $r = 10\%$, $V_j = 4,32$ US \$/ t (302,40 din/ t) rude

Proračun vrednosti rude, troškovi i dobiti pri eksploataciji tehnogenog ležišta bakra "Depo šljake 1" – Bor dat je za period trajanja projekta od 9 godina.

Kada se veličina NPV podeli sa diskontovanom sumom kapitalnih ulaganja, dobija se veličina koja se naziva "jedinčna neto sadašnja vrednost" ("Present value ratio" ili PVR) ili indeks rentabilnosti, koja se računa prema sledećoj formuli:

$$PVR = \frac{NPV}{J \times (1+r)^n}$$

gde je:

J – kapital uložen u rekonstrukciju rudnika

r – profitna stopa

n – period eksploatacije ležišta, pa je:

kada je $r = 9\%$, $PVR = 1,94$ US\$ (135,8 din) i kada je $r = 10\%$, $PVR = 1,72$ US\$ (120,4 din).

Rezultati proračuna PVR znače da se zahvat na tehnenom ležištu bakra "Depo šljake 1" – Bor ocenjuje prema vrednosti eksploatacionih rezervi u ležištu svedenih na svaki uloženi US\$ u rekonstrukciju rudnika.

- Proračunata interna stopa rentabilnosti (IRR) iznosi 73,68%.

ZAKLJUČAK

Za period eksploatacije i prerade od 9 godina, pokazuje pozitivan finansijski efekat i ukazuje da će buduća proizvodnja biti rentabilna.

Rentabilnost iznosi 71,92%, vrednost ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir $V=60.292.566$ US\$ (4.220.479.600 din.), koeficijent rentabilnosti $r=6,15$; NPV sa diskontnom stopom od 9% iznosi 41.270.652 US\$ (2.888.945.600 din.), dok sa diskontnom stopom 10% iznosi 39.742.434 US\$ (2.781.970.300 din.); PVR sa diskontnom stopom 9% iznosi 1,939 US\$ (135,80 din.), dok sa diskontnom stopom 10% iznosi 1,720 US\$ (120,40 din.); IRR je 73,68%. Projekat eksploatacije tehnenog ležišta bakra "Depo šljake 1" – Bor je prihvatljiv ako je njegova sadašnja vrednost (NPV) veća od nule.

Vrednost šljake se dobija kada se vrednosti svih komponenti umanju za troškove njihovog dobijanja. Uzimajući u

obzir Cu, Au i Ag vrednost šljake iznosi 15,681 US\$/t (1.097,67 din/t), a ukupni troškovi proizvodnje su izračunati na nivou od 9,121 US\$/t (638,47 din/t), što pokazuje pozitivan finansijski efekat, pa se može zaključiti da će proizvodnja, za period eksploatacije i prerade od 9 godina, biti rentabilna.

LITERATURA

- [1] Janković S.,: Ekonomska geo-logija–Izdavačko preduzeće „Rad“, Beograd, str. 547, (1960).
- [2] Janković S.,: Ležišta mineralnih sirovina - Geneza rudnih ležišta – Rudarskogeološki fakultet, Beograd, str. 529, (1981).
- [3] Janković S., 1990.: Rudna ležišta Srbije - Republički fond za geol. istraž. i Rudarskogeološki fakultet, Beograd, str. 760, (1990).
- [4] Janković S., Milovanović D., 1985.: Ekonomska geologija i osnovi ekonomike mineralnih sirovina. – Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, str. 403, (1985).
- [5] Janković S., R. Jelenković, Koželj D.,: Borsko ležište bakra i zlata - RTB Bor – Institut za bakar, Bor, (2002).
- [6] Milovanović D.,: Specifičnosti geološko–ekonomske ocene ležišta tehnenih mineralnih sirovina.–Tehnika, Rudarstvo, geologija i metalurgija., 48, 1, str. 3–9, Beograd, (1993).
- [7] Milovanović D., (1974): Osnovne karakteristike svetske mineralno–sirovinske baze bakra. – Rudarski glasnik, XIII, 4, sv. 38 – 47, Beograd.
- [8] Nikolić K. i dr.,: Elaborat o rezervama tehnenog ležišta bakra "Depo šljake 1" – Bor, stanje 31.XII 2005.– tekstualni deo -Fond stručne dokumentacije Biroa za geologiju IRMB-a, (2007).

- [9] Petković A.,: Elaborat o proizvodnji, tehnološkim rezultatima, stanju opreme, objekata i instalacija na tehnološkoj liniji flotacijske prerade šljake plamene peći u pogonu Flotacija Bor kao i predlog mera za dostizanje prerade od 1.650.000 t šljake godišnje, Bor, (2004).
- [10] Petković A., Milojević Ž., Profirović S., Šćopić-Topalović S., Profirović I., Izveštaj o snimanju tehno-loškog procesa flotiranja šljake plamene peći u pogonu Flotacije Bor u periodu od 14. 10.2004. do 24.01.2005. god., Tehnička priprema pogona Flotacije Bor, (2005).

UDK: 622.333:330.18(045)=861

*Velimir Šćekić**

POBOLJŠANJE EKONOMSKIH EFEKATA OSVAJANJEM NOVIH PROIZVODA PRERADOM ANTRACITA

IMPROVEMENT OF THE ECONOMIC EFFECT OF NEW PRODUCTS WINNING IN ANTHRACITE PROCESSING

Izvod

Pojave antracita su vrlo retke u svetu a nalazišta istog su sa relativno malim količinama. U Istočnoj Srbiji postoje značajne rezerve antracita čija se eksploatacija vrši preko 120 godina, gde je do sada otkopano više od milion tona. Cela količina je distribuirana tržištu kao energetsko gorivo, najčešće ciglanama i cementarama, a ređe topionicama, što je redak slučaj u razvijenim delovima sveta. Prema literaturnim saznanjima antracit u razvijenim zemljama ima vrlo značajnu primenu u hemskoj industriji, najčešće u tehnologiji prečišćavanja vode, zatim u proizvodnji grafita, grafitnih katoda, grafitnih elektroda, grafitne masti, silicijum-karbida, u farmaceutskoj industriji, proizvodnji hrane idr.

Na osnovu iskustva razvijenih zemalja vršena su određena ispitivanja o valorizaciji antracita Istočne Srbije kroz druge proizvodne programe i data uporedna analiza poboljšanja ekonomskih efekata u poslovanju.

Cljučne reči: antracit, istraživanja, valorizacija, ekonomski efekti.

Abstract

Anthracite occurrences are very rare in the World and its deposits are with relatively small amounts. In the east Serbia there is significant reserve of anthracite whose exploitations has done for over 120 years, and this place give more then one milion tone of anthracite. Mass produce is distribute costumers as an energetic fuel, mostly for produce of concret which is rare case in development country. According to the literare findings, in developed countries, anthracite has a very important aplication in the chemical industry, mainly in water purfication technology, in the graphite production, in the pharmaceutical industry, food production etc.

Based on the experience of developed countries, certain tests were perfomed on the evaluation of the Eastern Serbia's anthracite through other production programs and comparative analysis were given of the economic effects of business improving.

Key words: anthracite, examine, valorization, economic effect.

* Fakultet za industrijski menadžment u Kruševcu

UVOD

Nesumljivo je da antracit pripada grupi najstarijih i najkvalitetnijih ugljeva i da je ugalj nezamenjiva mineralna sirovina u industriji i energetici. Zbog sve veće potražnje za ovom vrstom mineralne sirovine, došlo je do iscrpljenja kvalitetnijih ležišta i ležišta bližih površini, te se danas suočavamo sa problemom eksploatacije manje vrednih ležišta, to jest tanjih slojeva, slojeva manje kalorične vrednosti i slojeva koji zaležu na većoj dubini.

Uglavnom se eksploatacija uglja u našim rudnicima obavlja u vrlo teškim rudarsko-geološkim uslovima uz veliko prisustvo manuelnog rada, koji je uglavnom uslovljen primenom niskoproduktivnih metoda otkopavanja, koje su nametnute složenim prirodnim rudarsko-geološkim uslovima eksploatacije.

Isti je slučaj i pri eksploataciji antracita Istočne Srbije, tačnije 10-tak kilometara istočno od grada Zaječara pored Bugarske granice, nalazi se aktivni rudnik antracita "Vrska Čuka" koji danas posluje u sastavu JPPEU-Resavica u kojem se preko 120 godina skoro neprekidno vršila eksploatacija na primitivan način i najčešće proizvodilo između 15 i 20 hiljada tona.

Antracit Vrške Čuke je tamno mrke boje, školjkastog preloma, sagoreva kratkim plavičastim plamenom bez dima, pri čemu oslobađa kaloričnu vrednost oko 33 GJ/kg. U toku dosadašnje eksploatacije antracit je uglavnom distribuiran ciglanama i cementarama a rede topionicama i to kao energetske gorivo.

Na osnovu pozitivnih iskustava Nemačke, Engleske, Austrije i drugih razvijenih zemalja vršena su u poslednjih nekoliko godina određena istraživanja na temu primene srpskog antracita u tehnologiji prečišćavanja pijave vode, otpadnih voda koje sadrže ulje i mazut i briketiranja preostale količine na osnovu kojih su dobijeni pozitivni rezultati.

Ovaj rad upravo aplicira na istraživanju mogućnosti valorizacije antracita kroz

pomenute proizvodne programe u cilju poboljšanja ekonomskih efekata poslovanja rudnika.

Istraživanja su vršena na bazi relevantnih podataka dobijenih od strane rudnika u toku dosadasnje eksploatacije tri sloja antracita u rudniku "Vrska Čuka", u Institutu za opštu i fizičku hemiju u Beogradu na temu "Primena antracita u tehnologiji prečišćavanja vode" i Institutu za bakar u Boru na temu "Briketiranje" preostale količine, koja po svojim karakteristikama ne zadovolji primenu u tehnologiji prečišćavanja vode i u oba slučaja dala pozitivne rezultate.

OPŠTI PODACI O RUDNIKU

Eksploataciono područje rudnika antracita "Vrska Čuka" zahvata istočni deo Srbije pored Bugarske granice 10-tak kilometara od grada Zaječara. Uži lokalitet rudnika je vezan za naselje Avramica. Na tom delu u izuzetno skučenom prostoru su smesteni površinski i industrijski objekti jame "Avramica". U selu Grljanu udaljenom od kruga rudnika na oko 3 km nalaze se objekti utovame stanice povezane sa prugom normalnog koloseka Zaječar - Niš preko kojeg se vrši otprema komercijalnog proizvoda kao i doprema repromaterijala za potrebe rudnika. Pored železnickog koloseka selo Grljan sa rudnikom je povezano uzanim asfaltnim putem sa asfaltnim putem II reda Zaječar - Knjaževac. Relativno dobra komunikacijska povezanost rudnika obezbeđuje nesmetan i brz kontakt sa potrošačima kao i snabdevačima rudnika repromaterijalom.

Osnovne prostorije otvaranja ležišta sa odabranom lokacijom jame iz 1959. g. nedvosmisleno potvrđuju vizionarsku racionalnost odabranog modela jame koja vremenom dobija na kvalitetu tehničkog rešenja, jer su ovim prostorijama poduhvaćene celokupne rezerve.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA

Ležište kao i deo ugljonosnog područja predstavljeno je sinklinalom, čiji je položaj dokazan rudarskim radovima i dubinskim bušenjem. Teren koji pokriva ovaj basen pripada Karpato-balkanskom luku Istočne Srbije sa sedimentnim metamornim i magmatskim stenama različitog sastava i starosti. Najveću rasprostranjenost imaju sedimentne stene. Istražnim radovima su konstatovana tri ugljena sloja. Prepoznatljivost prvog ugljenog sloja vezana je za njegove pojave iznad konglomerata manje - više na pravilnom rastojanju od 15 - 30 m i sa utvrđenim kontaktom sa ton - šiferom i najvećim delovima njegove ugljonosnosti.

Eksploatibilni delovi prvog ugljenog sloja su oni čija debljina iznosi iznad 0,5 m dok mu je prosečna debljina 1,32 m.

Drugi ugljeni sloj je sa ekonomskog stanovišta daleko značajniji od prvog, pre svega zbog količina rezervi uglja i njegove eksploabilne pojave u svim delovima ležišta sa prosečnom debljinom od 1,87m. Drugi ugljeni sloj je u dosadašnjem procesu eksploatacije najviše bio eksploatan, što upućuje na njegovu relativno dobru istraženost, ali i na činjenicu da je kao repemi u čitavom ugljenosnom reonu.

Sa trećim ugljenim slojem završava se lijaska produktivna ugljonosna serija. Iako je najbliži površini terena relativno je malo eksploatan i to u istočnoj polovini severnog dela ležišta.

Prosečna debljina trećeg ugljenog sloja iznosi oko 1,38 m. Dosadašnja iskustva ukazuju da su u ovom sloju pojave sočiva najčešće, što indicira na njegovu diskontinualnu razvijenost u ležištu. Ceo prostor karakterišu tri ugljena sloja, eksploabilne debljine veće od 0,5 m. Ova promenljivost u horizontalnom smislu manifestuje se zadebljanjima dok u vertikalnom dolazi do grananja sloja u 2-3 grane. Ugljene grane su katkad neregulame debljine i kreću se

od nekoliko centimetara do 3 m, a u retkim slučajevima preko 3 m.

POSEBNE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA

Sagledavanjem struktumih karakteristika i debljine slojeva, ovo ležište se može okarakterisati kao atipično ležište, koje ne pripada ni jednoj grupi i podgrupi. Složenost ovom ležištu daju i plikativni i rupturni oblici, koji slojeve sitne, ubiraju i kidaju, ponekad uslovljavaju i pojavu sočiva

Celo ležište je iskomadano na veći broj manjih tektonskih blokova, i u svim blokovima je došlo do kidanja ugljenog sloja što je doprinelo primeni niskoproduktivne "Komorne" metode otkopavanja sa velikim učešćem manuelnog rada i velikim osiromašenjem pri otkopavanju slojeva iznad 2,5 m debljine.

U toku dosadasnje eksploatacije konstatovan je priliv vode od 1,6 l/s za celu jamu, a pojave vode su uglavnom bile vezane za rasede i stare radove. Povlata je izgrađena od dogerskih sedimenata u kojima su dominantni vapnoviti peščari koji u hidrogeološkom smislu predstavljaju kolektore podzemnih voda i klasificirani su kao takozvani hidrogeološki kolektori sprovodnici.

Produktivna serija je izgrađena od lijaskih sedimenata u kojima su zastupljeni ugljeni slojevi, zatim alevroliti, glinci, ugljeviti glinci i silifikovani peščari, koji u hidrogeološkom smislu predstavljaju vodonepropusne izolatore.

U poslednjih nekoliko godina povećan je priliv vode na 5 l/s, zbog narušavanja prirodne ravnoteže stenske mase i razbijanja karstne izdani, što uslovljava drenažne vapnovitih peščara u jamske prostorije.

Proračun rezervi uglja je izvršen na osnovu podataka dobijenih istražnim dubinskim bušenjem, kao i podataka dobijenih iz rudarskih istražno - pripremnih radova.

Ležište je, obzirom na svoje karakteristike shodno pravilniku o klasifikaciji i kate-

gorizaciji ležišta uglja svrstano u III grupu-III podgrupu i po zadnjem overenom elaboratu o geoloskim rezervama raspolaže količinama antracita prikazanim u tabeli 1.

Tabela 1. Rezerve antracita

Kategorija	Bilansne (t)	Eksploatacione (t)
"A"	42.894	40.749
"B"	378.717	359.781
"C"	760.020	722.019
Ukupno	1.181.631	1.122.549

Obzirom na nizak sadržaj volatila (oko 9%) u antracitu Vrške Čuke nebi trebalo očekivati veće količine metana, pored ostalog u procesu stvaranja, a i kasnije slojevi su bili izloženi tektonskim poremećajima pa je najverovatnije delom i izvršena degazacija istih. Prema pisanim podacima u rudniku "Vrška Čuka" još nije zabeležena upala pa ni eksplozija ugljene prašine, što ne znači da se ne trebaju preduzimati odgovarajuće mere zaštite, već na protiv zbog njenih toksičnih svojstava neophodno je primenjivati sve mere na suzbijanju stvaranja opasnih koncentracija ugljene prašine u jamske prostorije.

Na osnovu dugogodišnjeg iskustava rudnika može se konstatovati da ugljeni sloj nema sklonosti ka oksidaciji i samoupalj, jer u dosadašnjoj praksi nisu registrovane pojave endogenih i egzogenih požara pa ni pojave oksidacionih procesa.

Ovako složeni prirodni uslovi su upravo nametnuli primenu "Komorne" nisko-produktivne metode otkopavanja sa velikim učešćem manuelnog rada.

EKONOMSKI POKAZATELJI I EFEKTI POSLOVANJA

Uticajni parametri na poslovanje

Kao u svakoj drugoj privrednoj grani tako i u rudarstvu ekonomski efekti poslovanja zavise uglavnom od troškova proizvodnje sa jedne strane i prodajne cene sa druge. Obzirom da se u ovom slučaju

neće razmatrati uvođenje novih tehnoloških postupaka i promena parametara u procesu eksploatacije-proizvodnje, troškovi proizvodnje će se smatrati konstantnim, te se o njihovom iznosu u fizičkom smislu neće ni komentarisati. Izmene u cilju poboljšanja ekonomskih efekata poslovanja se odnose na izmenu programa prerade i uvođenja novo-osvojenih komercijalnih proizvoda, čija tražnja sve više raste u svetu zbog sve intenzivnijeg zagađenja životne sredine a proizvodnja istih u konkretnom slučaju neznatno bi uticala na uvećanje ukupnih proizvodnih troškova rudnika.

U tabeli 2 su prikazane prodajne cene postojećih komercijalnih proizvoda rudnika bitnih za ovu uporednu analizu bez PDV-a.

Tabela 2. Cene postojećih komercijalnih proizvoda antracita

Red. br.	Asortiman	Toplotna vrednost (KJ/kg)	Cena bez PDV-a (din)
1	Rovni	28 016	4 341
2	Rovni mleveni	24 550	4 336
3	Separisani-30+0,5	29 000	8 070
4	Sitan-0,5+0	27 000	4 184
5	Ciglarski-30+0,5	15 400	2 386

Prema podacima tabele 2 postoje uglavnom tri načina da se celokupna proizvodnja distribuita tržištu, što je i bio slučaj do sada i to:

1. Celokupna količina proizvedenog (otkopanog) antracita proda u obliku kakav se izveze iz jame (rovni).
2. Da se sva proizvodnja proda nakon usitnjavanja – mlevenja
3. Da se otkopana količina podvrgne separisanju (pranju i klasificiranju) nakon čega se dobijaju tri asortimana pod red. br. 3-5, od kojih su separisani i sitan dobrog kvaliteta a ciglarski koji se ovim postupkom

prerade dobija kao međuproizvod znatno slabijeg, što se jasno vidi na osnovu kalorične vrednosti ovog asortimana.

Predlog za uvođenje novih asortimana

U periodu od 2002 – 2005. godine vršena su brojna istraživanja na temu valorizacije antracita sa ciljem da se poboljšaju efekti poslovanja i koliko-toliko popravi jako loš status rudnika. Prilikom istraživanja razmatrane su brojne varijante ali se pre svega išlo na ona rešenja koja zahtevaju najniža investiciona ulaganja. Ulaganja u rudnike u poslednjih nekoliko decenija a naročito od 1990. godine su bila simbolična, što je i doprinelo padu proizvodnje, pa je ista danas u Srbiji u podzemnoj eksploataciji u odnosu na taj period više nego prepolovljena.

Jedno od predloženih rešenja je istraživanje na temu primene antracita u tehnologiji prečišćavanja vode, pa je urađena Studija od strane Instituta za OFH iz Beograda na temu "Primena antracita u tehnologiji prečišćavanja pijaće vode" i ista dala dobre rezultate. Istraživanja su brzo nastavljena od strane iste kuće na temu "Primena antracita u tehnologiji pračišćavanja otpadnih voda EPS-a koje sadrže ulje i mazut i ista takođe pozitivno okončana". Pošto je i po jednom i drugom programu predviđeno da se najkvalitetniji deo antracita distribuiraju tržištu po znatno većim cenama kroz filtracione materijale, pošlo se ka iznalaženju mogućnosti valorizacije preostale količine antracita koja bi pri ovim tehnološkim postupcima praktično predstavljala tehnološki otpad. Pošto se radi o sitnim česticama visoke energetske vrednosti (preko 25 GJ/kg) pristupilo se iznalaženju mogućnosti ukupnjavanja istih sa ciljem da se iste kao komercijalni proizvod široke potrošnje distribuiraju tržištu.

Urađena su studijska istraživanja od strane Instituta za Bakar iz Bora i osvojena tehnologija proizvodnje briketa ukupnjavanjem sitnih čestica antracita, zatim, ukupnjavanjem mešavine sitnih klasa nisko-

kaloričnih ugljeva i antracita u cilju obezbeđenja šire palete raličitog energetskog goriva po krupnoći i kaloričnoj vrednosti.

Tržište i mogućnost plasmana

Nakon raspada bivše Jugoslavije mogućnost plasmana antracita je postala vrlo problematična, delom zbog prekida industrijske proizvodnje usled ratnih događaja, a delom zbog učestalih političkih promena koje su usledile u svim današnjim državama bivše Jugoslavije. Potrošači ove mineralne sirovine su do 1990. godine bili železare: u Sloveniji, Bosni i Srbiji, zatim, cementare, ciglane, RTB-Bor i dr. Neki od pomenutih potrošača su prešli na drugi vid energije, neki redukovali ili obustavili proizvodnju što je sve zajedno doprinelo do prekida u kontinuitetu poslovanja i dobrim delom gubitku tržišta.

Sve strožiji zakoni po pitanju očuvanja životne sredine idu u prilog ovim istraživanjima i proizvodnji i primeni novosvojenih proizvoda za prečišćavanje pijaće vode i otpadnih voda koje sadrže ulje i mazut. Reč je o sirovini koja se može efikasno primenjivati kao zamena skupih aktivnih ugljeva i drugih sličnih proizvoda uvoznog porekla.

Samo se u Srbiji ispuštaju ogromne količine otpadnih voda Termoelektrana EPS-a koje sadrže ulje i mazut a iste su i bile inicijator ovog istraživanja još u periodu dok su rudnici poslovali u sastavu EPS-a.

Istraživanja su pokazala da proizvodnja, obzirom na proizvodni kapacitet rudnika u nekoliko poslednjih godina, nebi podmirila ni potrebe u Srbiji, naročito kad je reč o proizvodu koji je za 10% bolji od Nemačkog, 15% bolji od Engleskog, i sl. Cene sličnih proizvoda na svetskom tržištu kreću se u iznosu od 650 eura kineskog porekla do preko 1.000 eura evropskog.

Briketi su roba široke potrošnje koja se koristi kao energetska gorivo, čija je proizvodnja kontrolisanog kvaliteta i krupno-

će, za koji bi se u današnje vreme obezbedilo tržište u bližoj okolini. Bilo je interesovanja za ovim proizvodom veće kalorične vrednosti i od strane većih industrijskih potrošača kao FeNi–Kavadarci iz Makedonije i sl.

Investiciona ulaganja u proširenje asortimana

Pri sadašnjem načinu proizvodnje i distribucije antracita potrošačima u asortimanima prema tabeli 2, prerada i klasifikacija istog se vršila u postrojenju separacije lociranom u krugu rudnika.

Postojeće postrojenje nije dovoljno opremljeno za proizvodnju filtracionih materijala-asortimana, koji bi se primenjivali u tehnologiji prečišćavanja vode. Za proizvodnju istih je neophodna nabavka određenog broja sita i transportera, bunker gotovih proizvoda i uređaj za pakovanje.

Za ukрупnjavanje sitnih klasa tj. proizvodnju briketa neophodna je nabavka celokupnog postrojenja, čija je orjentaciona nabavna vrednost sa delom neophodne opreme za proizvodnju asortimana za prečišćavanje vode prikazana u tabeli 3.

Tabela 3. *Investiciona ulaganja u nabavku dodatne opreme*

Red. br.	Naziv opreme	Nabavna vrednost (din)
1.	Oprema za proiz. asortim. za prečišć.vode	4.000.000
2.	Oprema za ukрупnjavanje sitnih klasa antracita	6.000.000
Ukupno		10.000.000

Obzirom da mesečni platni fond rudnika iznosi oko 10 miliona dinara visinu investicionih ulaganja u nabavku ove opreme bi bilo suvišno i komentarisati.

Uporedna analiza ekonomskih efekata pre i posle investiranja

Na osnovu dosadašnjeg izlaganja lako je zaključiti da postoje četiri mogućnosti za distribuciju komercijalnog antracita potrošačima i to kao:

1. rovni,
2. rovni mleveni,
3. separisan i
4. asortiman za prečišćavanje vode i briket

Sva četiri načina distribucije antracita tržištu, kao komercijalnog proizvoda kroz različite asortimane su razmatrana pojedinačno i u tabeli 4 prikazani rezultati istraživanja. Rezultati proračuna se odnose na izračunavanju dobiti koja se ostvari prodajom jedne tone rovnog uglja na jedan od ova četiri načina. U ovom slučaju nisu komentarisani troškovi proizvodnje i prerade ali se na osnovu iskustva pri dosadašnjem radu i na osnovu literaturnih podataka zna da troškovi mlevenja u ovom slučaju iznose oko 100 din/t, troškovi separisanja (pranja i klasiranja) oko 400 din/t a dodatni troškovi na proizvodnji asortimana za prečišćavanje vode i ukрупnjavanju sitnih frakcija oko 1000 in/t.

Tabela 4. *Uporedna analiza dobiti po toni rovnog uglja*

Red. br.	Asortiman	Učešće u t. r. u. (%)	Jedinična cena (din/t)	Ukupna cena (din/t.r.u.)	
1.	Rovni	100	4.341,00	4.341,00	
2.	Rovni mleveni	100	4.336,00	4.336,00	
3.	Separisani	separisani-30+05	25	8.070,00	4.706,00
		ciglarski-30+05	25	2.386,00	
		sitan-05+0	50	4.184,00	
4.	Asort.za preč. v. i brik	filtr. asort.	8	51.450,00	8.791,00
		briket	85	5.500,00	

Proračun je izvršen na bazi trenutno važećih rudničkih cena za sve asortimane uključujući i filtracione iako se za sada još ne proizvode, jer bez novih investicionih ulaganja nema uslova za proizvodnju istih, dok je cena briketa uzeta na osnovu analogije u poređenju sa cenama energenata ostalih rudnika koji posluju u sastavu JPPU-Resavica.

O rezultatima istraživanja je svaki komentar suvišan jer se iz tabele 4 jasno vidi, da se varijantom distribucije filtracionih materijala i briketa kao komercijalnih proizvoda tržištu, obezbeđuje, ubedljivo najveći prihod po toni rovnog uglja i pored dodatnih izdataka za dalju preradu i tehnoloških gubitaka od oko 7 procenata, uvećanje dobiti iznosi preko 65% u odnosu na do sada najpovoljniju varijantu.

U svakom slučaju treba napomenuti da gubici postoje i kod prethodne tri varijante ali znatno manji, mada ih je u odnosu na prednosti poslednje suvišno komentarisati.

ZAKLJUČAK

Rudnik antracita "Vrška Čuka" se nalazi 10-tak kilometara od grada Zaječara pored Bugarske granice i jedan je od osam rudnika koji posluje u sastavu JPPEU-Resavica. Posluje više od 120 godina sa najčešćom godišnjom proizvodnjom između 15 i 20 hiljada tona antracita kalorične

vrednosti oko 33 GJ/kg. Kompletna proizvodnja se tržištu distribuirala kao energetska gorivo u vidu rovnog, rovnog mlevenog ili separisanog antracita.

Pošto je redak slučaj u svetu da se antracit koristi kao energetska gorivo, već kao tehnološka sirovina, pristupilo se istraživanju mogućnosti valorizacije istog kroz profitabilnije asortimane, te je istraživanjima IOFH iz Beograda osvojen novi proizvod u tehnologiji prečišćavanja pijaće i otpadne vode na bazi antracita, a istraživanjima Instituta za Bakar iz Bora osvojena tehnologija ukupnjavanja ostatka proizvoda, tj. proizvodnje briketa.

Za realizaciju proizvodnje novo-osvojenih proizvoda neophodna su investiciona ulaganja u dogradnju postojećeg postrojenja separacije i nabavku opreme za briketiranje u visini od oko 10 miliona dinara.

Nakon investicionih ulaganja i dobrog marketinga, distribucijom antracita tržištu kroz novo-osvojene proizvode došlo bi do poboljšanja ekonomskih efekata poslovanja i uvećanja dobiti proizvođaču po toni rovnog antracita za preko 65% i pored dodatnih gubitaka i ulaganja u preradu. Procentualno uvećanje dobiti bi se ostvarilo u odnosu na do sada najpovoljniju varijantu distribucije postojećih komercijalnih proizvoda.

LITERATURA

- [1] Grupa autora, Tehnička dokumentacija rudnika.
- [2] Grupa autora RGF, Studija: Sagledavanje stanja i mogućnosti restrukturiranja rudnika za PEU u JP EPS, Beograd (2002).
- [3] Grupa autora IOFH, Studija: Filtraciona sredstva za prečišćavanje vode za piće, Beograd (2002).
- [4] Grupa autora IOFH, Studija: Primena antracita kao filtraciono-sorpcionog sredstva za prečišćavanje otpadnih voda koje sadrže ulje i mazut, Beograd (2003).
- [5] Grupa autora, Koncept osamostaljenja i strateške konsolidacije, Beograd (2003).
- [6] Grupa autora IB, Valorizacija sitnih klasa antracita rudnika "Vrška Čuka", Bor (2002).

UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis RUDARSKI RADOVI izlazi dva puta godišnje i objavljuje naučne, stručne i pregledne radove. Za objavljivanje u časopisu prihvataju se isključivo originalni radovi koji nisu prethodno objavljivani i nisu istovremeno podneti za objavljivanje negde drugde. Radovi se anonimno recenziraju od strane recenzenta posle čega redakcija donosi odluku o objavljivanju. Rad priložen za objavljivanje treba da bude pripremljen prema standardima časopisa Rudarski radovi da bi bio uključen u proceduru recenziranja. Neodgovarajuće pripremljeni rukopisi biće vraćeni autoru na doradu.

Standardi za pripremu rada

Obim i font. Rad treba raditi u Microsoft Wordu novije verzije, fontom Times New Roman veličine 12 sa razmakom 1,5 reda. Preporučuje se da celokupni rukopis ne bude manji od 5 strana i ne veći od 10 strana.

Naslov rada. Iznad naslova rada piše se ime (imena) autora i institucija (institucije) u kojoj radi (rade). Ne preporučuje se da na radu budu više od tri autora. Uz ime prvog autora treba staviti fusnotu koja sadrži elektronsku adresu autora. Ukoliko rad potiče iz doktorske ili magistarske teze u fusnoti treba da stoji i naziv teze, mesto i fakultet na kojem je odbranjena. Za radove koji potiču iz istraživačkih projekata treba navesti naziv i broj projekta, finansijera i instituciju u kojoj se realizuje.

Izvod. Izvod dužine 150-300 reči nalazi se na početku rada i sadrži cilj rada, primenjene metode, glavne rezultate i zaključke.

Ključne reči. Ključne reči se navode iza rezimea. Treba da ih bude minimalno 3, a maksimalno 6.

Naslov rada, izvod i ključne reči treba da budu prevedeni na engleski jezik.

Osnovni tekst. Radove treba pisati jezgrovito, razumljivim stilom i logičkim redom koji, po pravilu, uključuje uvodni deo s određenjem cilja ili problema rada, opis metodologije, prikaz dobijenih rezultata, kao i diskusiju rezultata sa zaključcima i implikacijama.

Reference u tekstu. Imena stranih autora u tekstu se navode u originalu ili u srpskoj transkripciji, fonetskim pisanjem prezimena, a zatim se u zagradi navodi izvorno, uz godinu publikovanja rada, npr. Miler (Miller, 1957). Kada su dva autora rada, navode se prezimena oba, dok se u slučaju većeg broja autora navodi prezime prvog u skraćenica "i sar." ili "et al."

Citati. Svaki citat, bez obzira na dužinu, treba da prati referenca sa brojem strane. Za svaki citat duži od 350 znakova autor mora da ima i da priloži pismeno odobrenje vlasnika autorskih prava.

Spisak literature. Na kraju teksta treba priložiti spisak literature koja je navođena u tekstu. Bibliografska jedinica knjige treba da sadrži prezime i inicijale imena autora, godinu izdanja, naslov knjige (kurzivom), mesto izdanja i izdavača, npr:

Poglavlje u knjizi navodi se na sledeći način:

[1] Willis B. A.: Mineral Processing Technology, Oxford, Pergamon Press (1979), str. 35.

Članak u časopisu navodi se na sledeći način: autor, godina izdanja (u zagradi), naslov članka, puno ime časopisa (kurzivom), volumen (boldovan), broj i stranice npr:

[2] Milošević N., Ristić M.. (2001): Kinetika procesa adsorpcije jona bakra iz otpadnih voda jame na jonoizmenjivaču Amberlit IR-120, Časopis Bakar, Bor, 26, 1, str. 113-118.

Web dokument: ime autora, godina, naziv dokumenta (kurzivom), datum kada je sajt posećen, internet adresa sajta, npr:

Degelman, D. (2000). APA Style Essentialis. Retrieved May 18, 2000. from WWW: <http://www.vanguard.edu/psychology/apa.pdf>

Kada se isti autor navodi više puta poštuje se redosled godina u kojima su radovi publikovani. Ukoliko se navodi veći broj radova istog autora publikovanih u istoj godini, radovi treba da budu označeni slovima uz godinu izdanja npr. 1999a, 1999b...

Navodenje neobjavljenih radova nije poželjno, a ukoliko je neophodno treba navesti što potpunije podatke o izvoru.

Slike i tabele. Svaka ilustracija i tabela mora biti razumljiva i bez čitanja teksta, odnosno, mora imati redni broj, naslov i legendu (objašnjenja oznaka, šifara i skraćenica).

Adresa redakcije je: **Časopis RUDARSKI RADOVI**
Institut za rudarstvo i metalurgiju,
Naučnotehnoška informatika,
Zeleni bulevar 35, 19210 Bor

E-mail: nti@irmbor.co.yu

ili: **JP za podzemnu eksploataciju Resavica**
Dr Mirko Ivković
Petra Žalca 2
35 237 Resavica

Radovi se šalju elektronskom poštom ili u drugom elektronskom obliku, kao i na PTT adresu.

Za obaveštenja koristiti telephone: 030/454-110; 030/454-254 ili 035/627-566

Svim autorima se zahvaljujemo na saradnji.

SADRŽAJ
CONTENS

<i>M. Maksimović, G. Pačkovski, M. Jovanović, K. Nikolić</i> POKAZATELJI GEOLOŠKO-EKONOMSKE OCENE TEHNOGENOG LEŽIŠTA „DEPO ŠLJAKA-1” GEOLOGICALY-ECONOMIC ESTIMATE INDICATORS OF TECHOGENE DEPOSIT „DEPO ŠLJAKA-1”	1
<i>M. Ljubojev, M. Ivković, D. Zečević</i> PRIKAZ REŠENJA ODLAGANJA OTKRIVKE NA POVRŠINSKOM OTKOPU KAMENOG UGLJA TADENJE – UŠĆE SOLUTION DISPLAYING OF OVERBURDING DUMPING ON THE STONE – COAL OPENCAST MINE TADENJE – UŠĆE	9
<i>B. Nedeljković, G. Simić</i> ODREDJIVANJE FAKTORA SIGURNOST (F) U ŽUTOJ GLINI P. O. “DOBRO SELO” - KOSOVO DETERMINATION OF STABILITY FACTOR (F) IN THE YELLOW CLAY P. O. „DOBRO SELO“ – KOSOVO.....	15
<i>M. Ljubojev, M. Avdić, D. Ignjatović, L. Đurđevac Ignjatović</i> UTICAJ FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA POLJA 2 NA STABILNOST TUNELA KRIVELJSKE REKE INFLUENCE OF THE FLOTATION TAILING DUMP (field 2) ON KRIVELJ’S RIVER TUNNEL STABILITY	21
<i>D. Zečević, M. Ivković, M. Popović</i> NEKA STEČENA ISKUSTVA NA OTKOPAVANJU RUDE BORA U LEŽIŠTU POBRĐE SOME ACQUIRED EXPERIENCE FROM THE MINING OF BORON ORE FROM THE POBRDJE DEPOSIT	29
<i>N. Magdalinović, R. Jovanović, D. Stanujkić, M. Magdalinović-Kalinović</i> OPTIMIZACIJA RUDARSKIH PROJEKATA I PROIZVODNJE OPTIMIZATION OF MINING PROJECTS AND PRODUCTION	35
<i>M. Ivković, M. Ljubojev, J. Miljanović</i> SISTEMI KONTROLE I UPRAVLJANJA PROCESOM PODZEMNE GASIFIKACIJE UGLJA CONTROL SYSTEM AND MANAGEMENT OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION.....	39
<i>M. Maksimović, G. Pačkovski, M. Jovanović, K. Nikolić</i> EKONOMSKA (VREDNOSNA) OCENA TEHNOGENOG LEŽIŠTA „DEPO ŠLJAKE 1“ ECONOMIC (GEOLOGICALY – ECONOMIC) ESTIMATE OF TECHNOGENE DEPOSIT „DEPO ŠLJAKE 1“	45
<i>V. Ščekić</i> POBOLJŠANJE EKONOMSKIH EFEKATA OSVAJANJEM NOVIH PROIZVODA PRERADOM ANTRACITA IMRPOVMENT ECONOMIC EFFECT INTRODUCTION NOW PRODUCTS MODIFLY ANTRACIT	53

B. Nedeljković, M. Jakšić, M. Petrović

KORELACIJA IZMEĐU VREMENA IZRADE PROSTORIJA I FIZIČKO-MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA STENA PRI KONTURNOM MINIRANJU U RUDNICIMA Pb-Zn TIME CORRELATION BETWEEN PREMISIS CONSTRUCTION AND PHYSICAL-AUTOMATIC CHARACTERISTICS OF STONES DURING CONTOUR MINING AT Pb-Zn MINES	61
--	----

M. Ignjatović, Z. Stojanović, D. Mitić, M. Maksimović, D. Ignjatović

NAČIN EKSPLOATACIJE ALEKSINAČKOG LEŽIŠTA MINING WAY OF ALEKSINAC DEPOSIT	71
--	----

M. Petrov, R. Marković, Lj. Mladenović, Z. Bartulović

MEHANO – HEMIJSKI TRETMAN MINERALNOG OTPADA MECHANICAL – CHEMICAL TREATMENT OF THE WASTE MINERALS	77
--	----

D. Urošević, M. Kostić, U. Urošević

DOPRINOS POSTUPKU PROCENE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU NA PRIMERU BUDUĆE FABRIKE OPEKARSKIH PROIZVODA OD SEDIMENATA IZ OTKRIVKE PK KOSTOLAC CONTRIBUTION TO ASSESSING THE ENVIRONMENTAL IMPACT WITH THE PROJECT DESIGN FOR THE FACTORY FOR MANUFACTURING BRICK PRODUCTS FROM SEDIMENTS FROM OVERBURDEN OF PK KOSTOLAC	85
--	----

