

## OPTIMALAN FIZIČKI MODEL ZA IZBOR PODGRADNE KONSTRUKCIJE KOD IZRADE HORIZONTALNIH PODZEMNIH RUDARSKIH PROSTORIJA

**Draško Marković**, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko geološki fakultet, Đušina 7, Beograd, Republika Srbija

**Kemal Gutić**, Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Univerzitetska 2. Tuzla, Bosna i Hercegovina  
[kemal.gutic@untz.ba](mailto:kemal.gutic@untz.ba)

*Strategija stabilizacije konture otkopnog prostora podrazumjeva izbor načina podgrađivanja i vrste podgradnog materijala, kao i određivanje vremena nakon koga je najpogodnije da se podgrada ugradi. Optimalan model smanjuje geomorfološke promjene na površini terena usljed izrade podzemnih rudarskih prostorija. Fizičko-mehaničke osobine radne sredine i definisanje optimalnog modela izazov su za naučnoistraživački rad, projektovanje, rudarsku praksu i ekonomiku imaju veoma značajan zadatak da u veoma kratkom vremenskom periodu izvrše bitne promjene koje moraju udovoljiti zahtjevima savremene tehnologije eksploatacije ležišta uglja, kroz sledeće ciljeve:*

- postizanje visokog nivoa proizvodnje uglja kako u pojedinim rudnicima, tako i po pojedini otkopu i otkopnom frontu;

-postizanje višeg stepena koncentracije proizvodnje kod maksimalne primene mehanizovanog rada, kao i njeno maksimalno usavršavanje;

a) uvođenje novih tehnologija za otkopavanje manjih otkopnih polja i ogromnih rezervi uglja u zaštitnim stubovima koji su ostavljeni ispod objekata, urbanih i poljoprivrednih područja;

b) zaštita čovekove okoline od otpadnih materijala sa seperacija, elektropepela sa termoelektrana, šljake iz željezara, kao i, delom, njihovo ponovno deponovanje u otkopne jamske prostorije.

Radi pravilnog usmeravanja daljeg razvoja podzemne eksploatacij, potrebno je prvo sagledati i tačnije definisati opšte i specifične eksploatacione uslove u ležištima uglja, a zatim na osnovu do sada postignutih rezultata odrediti i pravac razvoja tehnologije eksploatacije. Zbog velike razlike u geološkoj starosti i intenzivnoj tektonici eksploatacioni uslovi u našim rudnicima bitno se razlikuju od eksploatacionih uslova u drugim rudnicima u svjetu. Uslovi eksploatacije kod nas su teži i razlikuju se međusobno od ležišta do ležišta, a često i između pojedinih otkopnih polja u istom ležištu.

Vrlo česta pojava u našim ležištima mrkog uglja i lignita je intenzivna tektonika, koja otkopna polja deli na tzv. „otkopne blokove“ manjih dimenzija.

Zato je neophodno da se pored poznavanja i uvođenja najsavremenije tehnologije, detaljnim istraživanjima definišu i razjasne svi eksploatacioni uslovi u svakom otkopnom polju, kao delu jamskog polja. Krovinski prazni prostori, restresiti dijelovi iznad podgrade, narušeni bočni dijelovi podzemnih prostorija potakao je da se adekvatno iznađe efektivan metod za stabilizaciju podzemnih hodnika. Prazni prostori su izvori upala uglja, velik gubitak energije prilikom provjetravanja, otvoren prolaz podzemnim vodama koje u kontaktu sa drugom radnom sredinom stvaraju stalane probleme bujanja. Shodno navedenom može se istaći da se ovaj aplikativni metod u geomorfološkom i geotehničkom smislu je

*primjenjiv na druge uslove kako u podzemnim prostorijama tako i kod rješavanja klizišta, dubokih temeljenja, sanacije mostova i drugo.*

**Ključne riječi:** stabilizacija, rastresiti, poliuretani, epoksismole, svod, monitoring, geotehnika, geomorfologija

## **OPTIMAL PHYSICAL MODEL FOR SELECTION OF SUPPORTING CONSTRUCTION AT THE CONSTRUCTION OF HORIZONTAL UNDERGROUND MINING FACILITIES**

**Draško Marković**, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Đušina 7, Belgrade, Serbia

**Kemal Gutić** University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Univerzitetska 2. Tuzla, Bosnia and Herzegovina  
[kemal.gutic@untz.ba](mailto:kemal.gutic@untz.ba)

*The stabilization strategy of excavation field couture implies a choice of supporting methods and type of supporting material as well as the determination of the most optimal period for support installation. The optimum model reduces geomorphologic changes at the surface due to construction of underground mining facilities. Physical-mechanical characteristics of the working environment and the definition of an optimal model are challenge for scientific research, projecting, mining practice and economics, and have a very important task in making a substantial changes in a very short period of time, which must meet the requirements of modern technology within exploitation of coal deposits through the goals as follows:*

- *achieving a high level of coal production both in certain mines, as well as at individual face and face line;*
- *achieving of a higher degree of production concentration at maximum application of mechanized work as well as its maximum improving;*
- *introduction of new technologies for mining of small mining fields and huge coal reserves at the protective pillars left under facilities, urban and agricultural areas;*
- *protection of the human environment from separation scraps, electric-ach from thermal power plants, slags from the ironworks as well as part of their anew lodgment into the excavated mining facilities.*

*In order to properly address the further development of underground exploitation, it is necessary to have perception and define more precisely the general and specific exploitation conditions in the coal deposits and then to determine the direction of development of the exploitation technology on the basis of the results achieved so far. Due to the large differences in geological age and intensive tectonic, the exploitation conditions in our mines are significantly different from exploitation conditions in other mines in the world.*

*The conditions of exploitation in our country are harder and different from one deposit to another, and often between the individual excavation fields in the same deposit.*

*Very common occurrence in the brown coal and lignite deposits in our county is intensive tectonics, which divides excavation fields into so called "excavation blocks" of smaller dimensions.*

**Key words:** *stabilization, meuble, polyurethanes, epoxy resin, arched roof, monitoring, geotechnique, geomorphology*

## UVOD

## INTRODUCTION

Stabilizacija jamskih prostorija je u direktnoj funkciji uticaja na slijeganje terena. Izbor materijala za podgrađivanje ovisio je od specifičnih rudarsko-geoloških i tehnoloških uslova koji vladaju u određenoj radnoj sredini u podzemnoj prostoriji:

- Vrste stijene,
- Fizički parametri stijene,
- Hidrogeološke karakteristike,
- Intenziteti i ostali elementi podzemnih pritisaka,
- Namjena prostorije.

## INŽENJERSKOGEOLOŠKI USLOVI

## ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS

Geografska pozicija ugljena bazena „Đurđevik“ je sastavni dio banovičkog ugljenog bazena. Zahvata površinu od oko 13 km<sup>2</sup>, a nalazi se na oko 4 km istočno od centralnog banovičkog bazena.

Đurđevički bazen prostire se pravcem sjeverozapad-jugoistok, dužine oko 5,5 km i promjenjive širine 1,5-3,0 km. Nalazi se na trouglu između rijeka Gostelje, na istoku, Oskove, na sjeveru, i Djedinske planine, na jugozapadu. Granica između podine ugljenog sloja i samog ugljenog sloja u većini slučajeva nije jasno određena. Pojedine partije su meke, škrljave i grudvaste. Gornje partije su slojevite i sastavljene od nečistih glina, laporaca, krečnjaka. Dublju podinu ugljenog sloja čine sitnozrni i srednjezrni pješčari i pločasti laporci. U đurđevičkom bazenu je razvijen jedan ugljeni sloj mrkog uglja, visoke toplotne vrijednosti. Debljina ugljenog sloja je promjenjiva i kreće se 15-25 m u sjeverozapadnom dijelu do 9-11 m u jugoistočnom dijelu. Generalno zalijeganje sloja je jugozapadnog smjera sa promjenjivim padnim uglovima od 12 do 30°.

Neposrednu krovinu ugljenom sloju čini miocenski paket stijena pretežno laporovitog sastava jasno odvojen od ugljenog sloja. Direktno iznad uglja je jedri krečnjački lapor, dosta čvrst i kompaktan, sa kalcitnim žilicama koje čvrsto spajaju prekinute komade.

Glavna krovina je takođe laporovitog karaktera i u njoj se smjenjuju tvrđi, sivi i pjegavi laporci sa laporcima tamne boje, nekada, slabo glinovitim. Skoro u cijelom đurđevičkom bazenu karakteristična ja srednja krovina po pjegama trakastog laporca u kome se smjenjuju tamna i svijetla nijansa laporca. Lokacija na kojoj su izvršena istraživanja.

**Fizičko-mehaničke karakteristike ležišta za određivanje optimalnog modela****Physical-mechanical characteristics of prospecting for the determination of the optimal model**

Uzorkovanje uglja i stijena pratećih naslaga je izvršeno u vidu blokova, koji su se isjekli u laboratoriji Instituta na probne uzorke. Podaci predstavljaju prosječne geomehaničke vrijednosti osnovnih stijena koje izgrađuju bazen „Đurđevik“. Geomehanička ispitivanja izvršena su na institutu za geomehaniku IRJ-ja u Tuzli 1985. god. (Predstavljeno u tabeli 1., 2., i 3.).

**Tabela 1. Fizičko mehanički parametri krovinskih laporaca**  
**Table 1. Physical-mechanical parameters of the marl at the roof**

Zapreminska Težina $\gamma(\text{kN/m}^3)$	Otpornost na jednoosni prit. $\sigma_p(\text{kN/m}^2)$	Otpornost na zatezanje $\sigma_z(\text{kN/m}^2)$	Parametri otpornosti pri smicanju	
			Kohezija C ( $\text{kN/m}^2$ )	Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi(^{\circ})$
23,25	61200	3830	4217	34,96
23,15	58700	3680	4123	24,99
22,66	72350	3720	4028	36
22,56	60890	3510	4300	27
23,15	45960	3930	3986	29
23,25	63700	3870	4215	33
22,95	61100	3620	3872	31
23,64	62300	3910	3926	27,97
23,44	59600	4010	4220	25,22
23,12	61400	3780	-	-
Srednje vrijednosti parametara				
$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$\sigma_p(\text{kN/m}^2)$	$\sigma_z(\text{kN/m}^2)$	C ( $\text{kN/m}^2$ )	$\varphi(^{\circ})$
23,12	60720	3786	4098	29,9

**Tabela 2. Parametri deformabilnosti krovinskih laporac**  
**Table 2. Deformability parameters of marl at the roof**

Modul elastičnosti E ( $\text{kN/m}^2 \times 10^4$ )	Modul deformacije D ( $\text{kN/m}^2 \times 10^4$ )	koeficijent Poissona v
605,0	409,6	0,22
558,0	368,0	0,21
742,0	557,0	0,23
520,0	458,6	0,19
650,0	410,0	0,18
600,0	591,2	0,25
760,0	410,5	0,22
605,0	420,2	0,23
592,0	425,0	0,22
610,0	325,2	0,22
Srednje vrijednosti parametara		
E ( $\text{kN/m}^2 \times 10^4$ ) 624,2	D ( $\text{kN/m}^2 \times 10^4$ ) 437,53	v 0,22

**Tabela 3 . Fizičko-mehanički parametri podinskih laporovitih krečnjaka**  
**Table 3. Physical-mechanic parameters of marly limestone at the bottom**

Zapreminska Težina $\gamma(\text{kN/m}^3)$	Otpornost na jednoosni prit. $\sigma_p(\text{kN/m}^2)$	Kohezija C( $\text{kN/m}^2$ )	Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi(^{\circ})$
23,20	42000	5750	31,30
24,28	43650	5250	39,20
24,80	59700	6930	33,00

25,14	62000	7500	37,00
24,90	49380	5660	31,60
23,70	41120	4270	39,40
24,18	45260	4950	37,20
24,10	43200	4790	35,30
23,15	41150	7120	33,00
23,20	53250	4950	39,20
Srednje vrijednosti parametara			
$\gamma(\text{kN/m}^3)$ 24,06	$\sigma_p(\text{kN/m}^2)$ 48071	$C(\text{kN/m}^2)$ 5717	$\varphi(^{\circ})$ 35,62

## ANALIZA RADNE SREDINE ANALYSIS OF THE WORKING ENVIRONMENT

Stabilizacija obuhvata radnu sredinu koju sačinjava korisna mineralna sirovina sa pratećim stijenama krovine i podine obrađene empirijskim i praktičnim metodama.

### Rudnik „Đurđevik“ Mine "Đurđevik

Prosječni ponderisani kvalitet uglja za Đurđevičko ležište, koji je definisan imedijatnom i elementarnom analizom uglja i hemijskom analizom pepela. Nakon analiza uglja na osnovu dosadašnjih istraživanja radne sredine pristupilo se pripremi rastrsitih uzoraka za laboratorisko ispitivanje pritise čvrstoće RGGF Tuzla za lokaciju rudnika Đurđevik. Primjenivana su EU iskustva te važeća legistativa i sigurnosni protokoli.

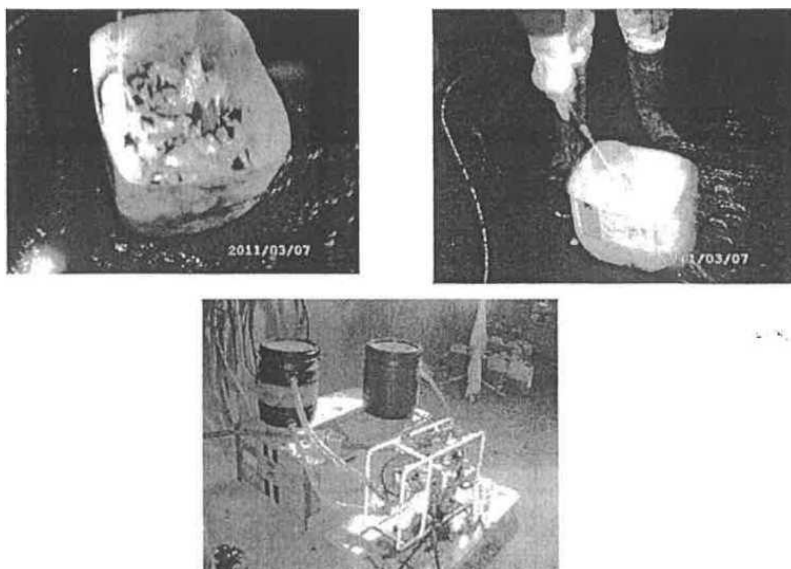
### ODREĐIVANJE ČVRSTOĆE NA PRITISAK DETERMINATION COMPRESSIVE STRENGTH

Uzorak je pripremljen u in-situ uslovima: Lokalitet: Rmu Đurđevik



Sl. 1. i 2. Pripremanje uzoraka u jami GDN1, suspenzija flex BASF, Meyco  
Fig. 1 and 2 Preparation of the samples in the mine GDN1, suspension flex BASF MEYCO

Praktičnom primjenom izvršeno je formiranje kocki za eksperiment, što je predstavljeno na slikama.



Sl. 3. Određivanje pritiskne čvrstoće za četiri uzorka  
 Fig. 3. Determination of a compression strength at four samples

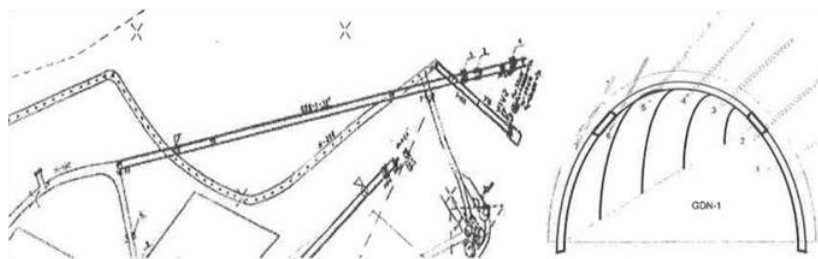
Rezultati istraživanja ranije analizirani empirijski dati kroz vremensku dimenziju, predstavljeni su u tabeli 4.

Tabela 4. Tabela prikaz rezultata istraživanja  
 Table 4. Tabulation of research results

UZORAK	U - 1			
PROBA Br.	1	2	3	4
DIMEZIJE	100x100	100x100	100x100	100x100
ČVRSTOĆA NA PRITISAK σ <sub>p</sub> ( MP a)	8,72	9,04	8,63	8,88
VRSTA MATERIJALA	Komadi lapora u suspenziji			

### PRAKTIČNI MODEL PRACTICAL MODEL

Sistem stabilizacije zasniva se na ubacivanju silikatnih masa u bušotine kroz samobušivo IBO-IBI sidro sa ciljem povezivanja raspucalog masiva u zoni oko sidra, te stvaranje nove preraspodjele napona oko prostorije. Ubrizgavanjem pod pritiskom PU smjese (poliuretanska smjesa), ima za cilj, povezivanje nekoherentne radne sredine u stabilnu i čvrstu cjelinu. Na odabranom lokalitetu izvršeno je ogledno stabiliziranje rastresitih materijala u krovini i bokovima dopremne podzemne građevine sa zapunjavanjem praznog prostora.



**Slika 4. Lokacija radova (GDN-1 -K+ 180 glavni dopremni niskop)**  
**Figure 4. Location of works (GDN 1 -K + 180 main supply corridor)**

Ova metoda je prvi put primijenjena u „Jami“ Đurđevik, prostorijama, koje su izrađene u ugljenom sloju, a kako bi se spriječilo eventualno samozapaljenje uglja te sanacije prostorije na mjestu gdje je došlo do zagrijavanja uglja.

Ispuštanjem materijala iz kalote prostorije, djelimično je otklonjena opasnost od potencijalnog žarišta požara, ali i stvoreni uslovi za sanaciju i rekonstrukciju.

Izvođenje oglednih radova obavljen je u prostoriji GDN-1 (glavni dopremni niskom-K+180), iznad betonskog križišta, a po elaboratu broj 45/1.

Ovim postupkom prikazane su mogućnosti primjene i upotrebe poliurteranske (PU) smješe u rastresitij i nerastresitij radnoj sredini, ZD RMU „ĐURĐEVİK“-„Jama“ Đurđevik u Đurđeviku, uz primjenu geotehničkog sidara, kao i usvajanje novih tehnologija i metoda.

#### OPIS RADOVA DESCRIPTION OF WORKS

Izborom pravilne opservacije stijena, te optimalnog sigurnog načina podgrađivanja, smanjuju se rizik promjene morfološke površine terena iznad izgrađenih horizontalnih podzemnih prostorija. Stabiliziraju se klivaži, rasjedi, bore i drugi diskontinuiteti. Značajan je uticj pravilnog izbora podgrade na dijaftorezu kao i na ultrametamorfizam. Rezultati istraživanja sve faktore metamorfoze konsoliduju te daju podršku u kaloti podzemne prostorije i sprečavaju uticaj podzemnih pritisaka na degradiranje površine terena.

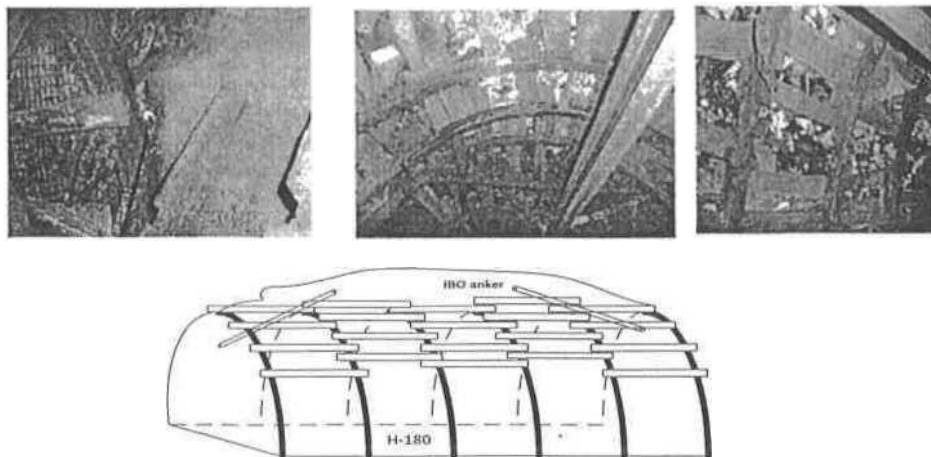
Sama lokacija za ispitivanje djelovanja injektiranja s razlogom je izabrana jer je planirana rekonstrukcija tog dijela prostorije. Taj dio prostorije je podgrađen čeličnolučnom podgradom, založena sa drvenim zalogom i mrežom. Raspored bušotina, pravac i dužina sidra, određena je od strane stručnog tima koji je rukovodio radovima.

Dužina bušotine je bila različita, a zavisila je od količine rastresitog materijala u stropu i bokovima, dok samobušivim sidrom se išlo sve do čvrstog dijela (neporemećene) radne sredine. Cilj je bio da PU smola sa sidrom poveže izdrobljeni dio masiva sa stijenama.

Broj, dužina i položaj sidra, u ovom slučaju, zavisit će od veličine kalote. Sidra moraju biti toliko duga da se mogu sigurno i dovoljno duboko učvrstiti u nosivoj stijeni i toliko jaka da nose težinu ugrađene mase. Proračuni se baziraju na tehničkim karakteristikama proizvođača DSI/ALWAG dimenzinisanih po EN pravilima.

IBO sidra se uspješno koristi za ankerisanje u lošijoj radnoj sredini-nevezani sedimenti, odnosno sa različitim geološkim uslovima. Tijelo sidra je hladno valjani navoj, jednak nazubljenoj šipci bušilice i cijevi za ubrizgavanje.

Početak radova, priprema i bušenje „borr-hamer“-a sa samobušivim sidrom.



**Slike 5,6,7,8. Postupak stabilizacije ugradnja pakera, geotehničkog sidra i suspenzije Basf/MEYCO**  
**Figure 5,6,7,8. A method of stabilizing, installation of packers, geotechnical anchors and suspensions of Basf/MEYCO**

Detaljnijim proračunima potrebnog broja ankera, nosivosti sidra, analize svakog konkretnog slučaja uzimajući u obzir oblik, i eventualno uklještenje stijenskog bloka, kao i sile trenja među ravnima presijecanja stijene, obrađeni su uslovi za praktičnu izradu modela, za nevezane i vezane sedimente.

Na osnovu ovih uslova, odlučeno je da se na odabranoj lokaciji izvede probno injektiranje, te zapunjavanje praznog prostora sa ciljem sprečavanja samoupale uglja, te sanacija prostorije od daljnjeg obrušavanja. Metoda stabilizacije rastresitih dijelova radne sredine provedena je stranim i domaćim ekspertima i pokazala dobre rezultate. Podzemni rudnici BIH sa ovom problematikom trebaju primijeniti ovaj MODEL kako bi se povećala sigurnost i efikasnost pri eksploataciji korisne sirovine. Sistem rada zasnovan je u odabiru suspenzije mase, njeno injektiranje putem IBO sidra te stvaranja novog naponskog stanja na mjestu stabilizacije. Odabrana injekciona smješe kvalitetno je riješila problematiku, uspostavljena dijagnoza za rešavanje sigurnosti u svodu podzemnih prostorija rudnika Đurđevik. Nova metodologija za rudnike sprečava degradiranje površine terena i smanjuju indirektno troškove rudnika, s obzirom da se radilo o raspucanom i veoma poroznom nekoherentnom stijenskom random prostoru.

## REZULTATI PRIMJENE RESULTS OF APPLICATION

Stabiliziranje se izvodilo dvokomponentnim poliuretanskim smjesama, odabranih za postojeće uslove. Radi se o brzo vezujućoj smjesi proizvođača BASF/MEYCO sa kojom je postignuta mehanička čvrstoća preko 8 (MPa) i više za in-situ uslove rastresitog svoda te bokova prostorije. Reakcijom se upravljalo sa dodavanjem akceleratora. Faktor ekspanzije zavisio je od parametara radne sredine koju treba stabilizovati. Ukoliko bi se radilo o



krupnijem stijenskom rastresitom svodu odnosno boku ili podini potrebno je postići veći ekspanzijski faktor u cilju da smjesa popuni praznine između pojedinih blokova stijene. Ukoliko se radi o sitnijem nevezanom materijalu brzina reakcije treba biti manja pa je i ekspanzijski faktor manji. Predlaže se dokazan model za iskustveni izbor izrade i podgrađivanje podzemnih prostorija, uz kontinuiran geološki nadzor litološkog sastava.

**Model:** Volumetrijske fizičke osobine sedimenata u funkciji Geomorfologije.

Uspješnost stabiliziranja kao i osiguranja jamske prostorije, pokazalo je dobre rezultate čime se potvrdila primjenljivost poliuretanskih smjesa u rudarstvu koji dosada nisu koristili ovaj model, a imaju značajne probleme. Shodno navedenom stabilizacijskom faktoru, nakon zapune tzv. zvona smanjuje se potrošnja električne energije za 20% prilikom provjetravanja, te povećanje koeficijenta sigurnosti za 35%. Potpuno rješavanje uticaja na morfologiju terena.

## DISKUSIJA

## DISCUSSION

Uvođenje tehnologije stabilizacije rastresite radne sredine u rudnicima uglja s ciljem izolacije prostorija, smanjenja mogućnosti samozapaljenja uglja, osiguranja prostorije je naučna novina u rudnicima čemu treba posvetiti posebnu pažnju. Rezultati istraživanja u rudniku uglja Đurđevik to potvrđuju.

Metoda stabilizacije empirijski i praktično apostrofira primjenu modela te na osnovu jednostavnosti, sigurnosti upotrebe građevinske hernije izuzetno ekonomično efikasna za sve uslove rada.

Silikatna masa koja služi za povezivanje stijenskog materijala je veoma dobrog kvaliteta, ima dobru čvrstoću, ima visoku tačku paljenja, u skladu je sa međunarodnim standardima, i aplikativno primjenjiva.

Zapunjavanje šupljine u stropu prostorije GDN-1 te ugradnja IBO sidra pokazala se kao dobra alternativa za budućnost tržišnog opstanka rudnika.

Stabiliziranje bokova podzemne prostorije GDN-1 u rudniku Đurđevik omogućilo je njenu stabilizaciju te spriječilo zarušavanje i pomoglo sprečavanju oksidacije.

U procesu radova nisu primijećeni štetni uticaji hemijskih komponenata pri stabiliziranju na radnu snagu niti životnu okolinu. Tokom praktičnog rada nije bilo povreda na radu zbog sigurne i lake primjene.

Ova metoda je izuzetno fleksibilna i može naći široku primjenu i rudniku, a naročito kod:

- Zapunjavanja praznih prostora u jami
- Učvršćivanja izdrobljenog stijenskog masiva
- Sanacije požarnih područja u jami
- Izolaciju otkopanih prostora u jami i rješavanje problema slijeganja.

U dugoročnom smislu sa ekonomske strane, primjenom ove metode uštedilo bi se na održavanju prostorija i čestim rekonstrukcijama, raspon između lukova bi se dodatno uvećao do 45%. Ova primjena u kombinaciji sa sidrenjem u mnogome bi doprinijela da se postigne sigurnost prostorija, te neometane predviđene aktivnosti u toku eksploatacije i održavanja jamskih prostorija u smislu povećanja profila same prostorije.

## Literatura i izvori

### Literature and sources

Elaborat-određivanje fizičko-mehaničkih i tehničkih karakteristika uglja i pratećih naslaga Đurđevik I i II RGIF, Tuzla, 1978.

Gutić, K. 2008: Efikasnost podgrađivanja podzemnih prostorija sidrima, Copygraf, Tuzla.

Ibrišimović, Z. 2006; Podzemni pritisci, Univerzitet u Tuzli, RGGF Tuzla.

Jovanović, P. 1995: Projektovanje i proračun podgrade horizontalnih podzemnih prostorija, RGF, Beograd.

Studija o načinu podgrađivanja podzemnih prostorija u uglju "Đurđevik I i 11", RGIF, Tuzla, 1982.g.

## SUMMARY

### OPTIMAL PHYSICAL MODEL FOR SELECTION OF SUPPORTING CONSTRUCTION AT THE CONSTRUCTION OF HORIZONTAL UNDERGROUND MINING FACILITIES

**Dražko Marković**, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Đušina 7, Belgrade, Serbia

**Kemal Gutić** University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Univerzitetska 2. Tuzla, Bosnia and Herzegovina

[kemal.gutic@untz.ba](mailto:kemal.gutic@untz.ba)

Beside the knowledge and introduction of the most advanced it is necessary to use detailed researches for defining and clarifying all the exploitation conditions in each excavation field as part of the mining field. The empty roof spaces, meuble sections above the support, distortion of the side parts of underground facilities, have enhanced finding an effective method for stabilizing the underground corridors. Empty areas are sources of coal fires, a large loss of ventilation energy, open groundwater passage that in the contact with the other work environment creates constant problems of flourishing. According to the above mentioned, it can be emphasized that this application method in geo-morphological and geo-technical terms is applicable to other conditions both in underground facilities as well as at the settlements of landslides, deep foundations, refurbishment works at bridges and etc.

## Authors

**Dražko Marković**, doktorant University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology.

**Kemal Gutić**, Doctor of Technical Sciences in the field of mining Associate Professor, narrower NO mining exploitation of minerals, acting Dean Mining, Geology and Civil Engineering, University of Tuzla.