

*Stručni rad*  
*Professional paper*  
*UDC: 622.33+622.817.5*

## SISTEM DEGAZACIJE KAO PREVENTIVNA ZAŠTITA PRI RADU U IZBOJNOJ RADNOJ SREDINI U RUDNICIMA UGLJA

Mirko Ivković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JP PEU-Resavica, E.mail: mirko.ivkovic@jppeu.rs

### REZIME

Degazacija (kaptiranje) metana je savremeni način eliminisanja opasnosti od metana i predstavlja kako sigurnosni tako i proizvodni faktor, s obzirom da obezbeđuju nesmetano izvođenje radova eksploatacije upodzemnim rudnicima sa većim izdvajanjem metana. U praksi, tehnologija degazacije zahteva stručno poznavanje rudarskih disciplina kao što su: principi i metode izvođenja rudarskih radova, rudnička aerologija, hidrogeologija, geomehanika ugljenog sloja i pratećih stena i tehnologija bušenja. Ovaj sistem je efikasan kako u uslovima pojačanih izdvajanja metana, tako i kod rada u uslovima izbojne radne sredine.

U radu se obrađuju osnovni principi degazacije metana u rudnicima, pri čemu je kao objekat istraživanja korišćeno ležište Rudnika „Soko“ – Soko Banja.

Ključne reči: *ugalj, podzemna eksploatacija, degazacija*

## PRORHYLAXIS PATRONIZE BY METHOD GASLINE AT WORK ON WORKUNG PLACES IN MINE CHAR

### ABSTRACT

Degasification (capture) is a contemporary way of eliminating the danger from gas and is both a safety and production factor, as it provides undisturbed coal mining in PPS. In practice, the degasification technology requires professional knowledge in mining disciplines such as: the principles and methods of mining, mining aerology, hydrogeology, slip in coal and resulting deposits geomechanics and drilling technology. This system is efficient as in circumstances of stringer separation of methane, so when working in the conditions of penetrating working area.

The paper deals with the basic principles of degasification in coal mines, on the basis of research work carried out in the brown coal deposit „Soko“ – Soko Banja.

Key words: *coal, underground exploitation, degasification*

### UVOD

Prodori i izboji gasova ili materijala, predstavljaju dinamičke pojave u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, usled kojih nastaju rudarske katastrofe u kojima mogu stradati zaposleni od

mehaničkih povreda i gušenja prodrim gasovima. Pri prodoru ili izboju zapaljivih i eksplozivnih gasova, može doći do njihove eksplozije, sa još većim posledicama po zaposlene i rudarske objekte. Iz tog razloga neophodno je poznavati mehanizam nastajanja izboja i prodora kako bi se definisale preventivne mere zaštite.

Pojava izboja gasa i materijala još uvek nije dovoljno izvučena, ali iz dosadašnjih zapažanja smatra se da na izboj gasa i materijala uključujući pripremni i konačni stadijum tog procesa, glavni uticaj ima sila jamskog pritiska u početnoj fazi (kada dolazi do pojave udara), a širenje oslobođenog gasa zbog pada pritiska i desorpcije dovodi do odbacivanja materijala, u drugoj, završnoj fazi.

Pojave izboja najčešće su vezane za slojeve uglja, mada se mogu pojaviti i u pratećim stenama i rasedima. Obično započinju sa dubinom ležišta 300-400 m u slojevima uglja u kojima se pritisak gasa kreće preko  $2 \times 10^5$  Pa. Izboji se mogu pojaviti u različitim oblicima, koji se razvrstavaju u tri grupe:

1. Iznadani izboj gasa i uglja ili drugog stenskog materijala od kojeg je izrađen kolektor;
2. Iznadno sipanje uglja sa izdvajanjem povećanih količina gasova;
3. Iznadno odvaljivanje stena (uglja) sa izdvajanjem gasa.

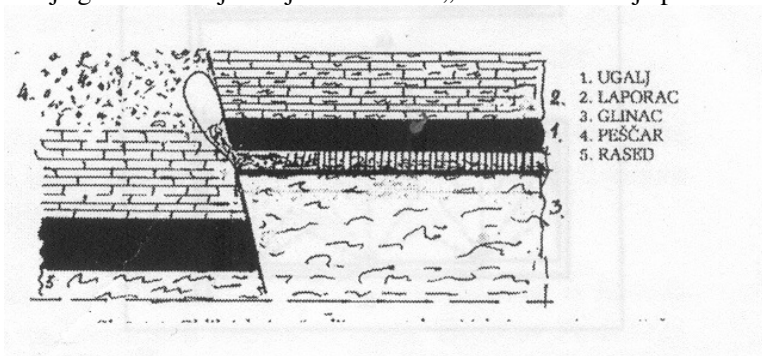
#### PREVENTIVNE MERE ZAŠTITE PRI RADU U IZBOJNOJ RADNOJ SREDINI

Sigurnost od rudarskih katastrofa pri izvođenju rudarskih radova u izbojnim radnim sredinama ostvaruje sa primenom sledećih mera:

1. Prethodnim upoznavanjem karakteristika radne sredine;
2. Otklanjanjem mogućnosti pojave izboja prevođenjem izbojne sredine u neizbojnu;
3. Primenom tehničkih rešenja i ličnih zaštitnih sredstava za izbegavanje rudarskih nesreća pri izbojima gasa i materijala.

Do pojave izboja gasa i materijala najčešće dolazi pri otvaranju i razradi ležišta, u prostorijama koje se izrađuju u izbojnoj sredini.

Klasičan primer izboja gasa i materijala u jami Rudnika „Soko“ šematski je prikazan na slici 1.



Slika 1. Šematski izgled izboja gasa i materijala u rudniku „Soko“  
Figure 1 Schematic layout of gas discharge and materials in the mine "Soko"

U cilju obezbeđenja sigurnosti pri radu u ovakvim sredinama, izbojnu radnu sredinu treba rasteretiti pritiska gasa i prevesti je u neizbojnu (ne opasnu).

Još u toku izvođenja istražnih radova potrebno je definisati i okonturiti izbojna područja u ležištu u kojima se može doći do izboja gasa i materijala, merenjem pritiska gasa, utvrđivanjem fizičko-mehaničkih svojstava stena, njihove strukture, dispozicije sloja (sloj, podina, krovina) i napona u njima. Utvrđivanje položaja stena kolektora, nosioca opasnosti i pritiska gasa u njemu vrši se bušenjem sa površine ili iz jamskih prostorija.

Da bi se izvodili rudarski radovi na otvaranju i razradi ležišta ili njegovog dela i početno otkopavanje, potrebno je izbojno opasnu sredinu dovesti u stanje izbojno neopasne, rasterećenjem, odnosno smanjenjem pritiska gasa ispod  $p < 2 \times 10^5$  Pa. Ovo rasterećuje se najčešće vrši izradom degazacionih bušotina.

#### TEHNOLOGIJA DEGAZACIJE METANA

Sistem degazacije metana u rudnicima uglja koji se karakterišu visokom metanoobilnošću jedan je od neodvojivih elemenata procesa eksploatacije i ima široku primenu u zemljama sa razvijenim rudarstvom, kao što su: Poljska, Rusija, Nemačka, Japan, SAD.

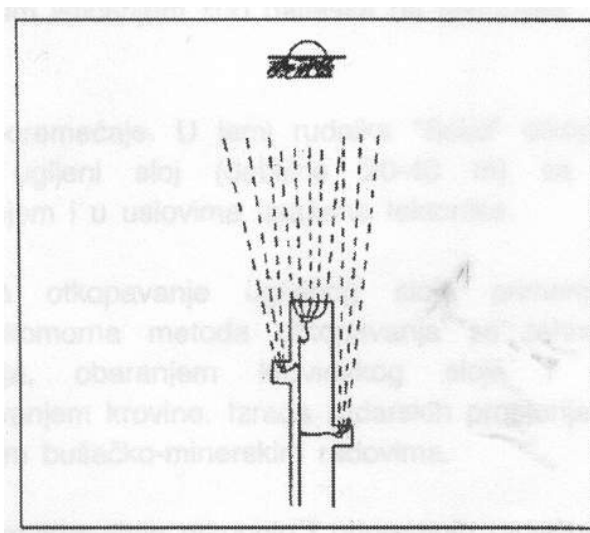
Obim primene degazacije u određenim zemljama je različit, a količine kaptiranog metana variraju od nekoliko miliona  $m^3$ /godišnje, do nekoliko stotina miliona  $m^3$ /godišnje (Rusija, Poljska, Nemačka).

Pojam degazacije metana obuhvata širok obim problematike:

- istraživanje matanosti ugljenih slojeva i pratećih naslaga,
- istraživanje i analiza metanoobilnosti jama i rudarskih prostorija,
- projektovanje tehnologije degazacije prilagođene konkretnim uslovima,
- bušenje degazacionih bušotina i kaptiranje metana,
- montaža degazacionih cevovoda i pripadajuće armature,
- izgradnja i eksploatacija degazacionih bušotina,
- upotreba degaziranog metana.

Uvođenje sistema degazacije u razvijenim rudarskim zemljama definisano je propisima sigurnosti. Tako je u Poljskoj naložena degazacija kada je metanost ugljenog sloja  $8 m^3 CH_4/t\text{ču}$  ili relativna matanost preko  $15 m^3 CH_4/dnevne$  proizvodnje. S obzirom na kompleksnost problematike savladivanja pojačanog izdavanja metana, odluka o uvođenju degazacije donosi se na osnovu analize gasno-ventilacionih uslova, projektovanih tehničko-tehnoloških uslova rada i ocene savladivanja ugroženosti od metana ventilacionim metodama.

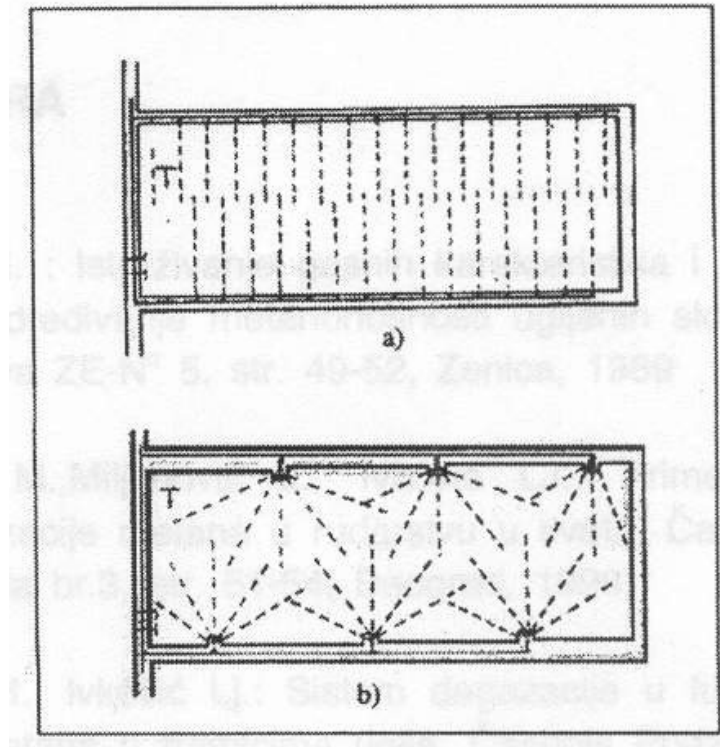
Degazacija odnosno kaptiranje metana zahteva poznavanje geoloških i gasnih uslova, s obzirom na različito zasićenje masiva metanom i nejednakom gasno propusnošću.



Slika 2. Tekuća degazacija rudarskih prostorija  
Figure 2 Liquid degassing mining unit

U zavisnosti od prirodno-geoloških i tehničko-tehnoloških uslova u jamama se primenjuju sledeći sistemi degazacije:

- tekuća degazacija rudarskih prostorija, primenjuje se kod radova pomoću drenažnih bušotina koje se buše u zoni izvođenja radova. Ovaj način degazacije primenjuje se u uslovima sa visokom metanoobilnošću i u uslovima izbojne radne sredine, slika 2.
- prethodna degazacija narasterećenog masiva, primenjuje se u cilju smanjenja prirodne matanonsnosti ugljenog sloja i pratećih naslaga, obično pre pristupanja izvođenja rudarskih radova. Efikasnost ovog načina degazacije zavisi od broja drenažnih bušotina i vremena kaptiranja, slika 3.



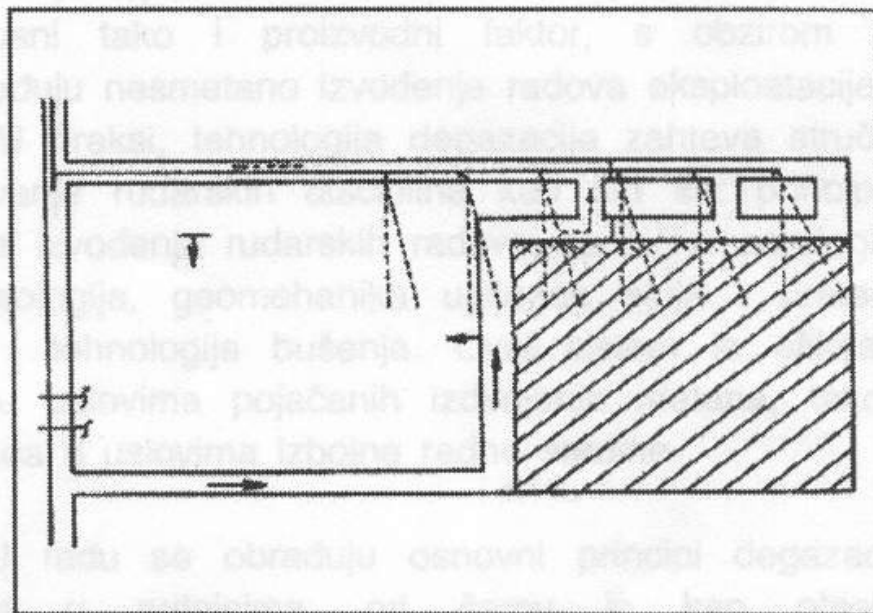
Slika 3. Prethodna degazacija na rasterećenog masiva  
Figure 3 Previous degassing the massive unloaded

- degazacija otkopnih radova, vrši se drenažnim bušotinama kojim se metan kaptira u zoni otkopnih radova, pri čemu se pravci bušenja i dužine bušotine prilagođavaju lokalnim metanskim uslovima, slika 4.
- degazacija starih radova i izolovanih prostorija vrši se u cilju smanjenja dotoka metana u aktivne rudarske prostorije.

Kaptirani metan se sistemom cevovoda odvodi do degazacione stanice, u kojoj je instalisana oprema za stvaranje podpritiska, čime se omogućava kaptiranje i sigurnosna oprema.

Za prirodno kaptiranje manjih količina metana primenjuju se privremene degazacione stanice u jami, dok se za stabilan sistem degazacione stanice grade na površini.

Degazacione stanice moraju biti snabdevene sa opremom za regulaciju, merenje, registraciju, kontrolu i sigurnost rada sistema.



Slika 4. Degazacija metana kod širokočelnog otkopavanja  
Figure 4 Degassing of methane in a broad frontal excavation

Kaptirani metan se sistemom cevodova odvodi do degazacione stanice, u kojoj je instalisana oprema za stvaranje podpritiska, čime se omogućava kaptiranje i sigurnosna oprema.

Za prirodno kaptiranje manjih količina metana primenjuju se privremene degazacione stanice u jami, dok se za stabilan sistem degazacione stanice grade na površini.

Degazacione stanice moraju biti snabdevene sa opremom za regulaciju, merenje, registraciju, kontrolu i sigurnost rada sistema.

#### GASNI USLOVI U JAMI „SOKO“

Radove eksploatacije uglja u jami rudnika „Soko“ prate pojave metana, različitog intenziteta izdvajanja zavisno od niza faktora. Isto tako ležište rudnika karakteristično je po izbojima gasa i materijala pod pritiskom. Naime, u krovini ugljenog sloja nalaze se slojevi slabo veznog peščara i glinca koji predstavljaju kolektor gasa pod pritiskom.

Merenjima je do sada konstatovana maksimalna vrednost pritiska gasne smeše od 22,2 daN/cm<sup>2</sup>. U dosadašnjem periodu eksploatacije zabeleženo je više pojava izboja gasa, odnosno gasa i materijala.

U vazдушnu struju jame metan se najčešće izdvaja eshalacijom iz ugljenog sloja i pratećih naslaga i pojačanim isticanjem kod nailaska na tektonske poremećaje. U jami rudnika „Soko“ otkopava se moćni ugljeni sloj (debljine 20-40 m) sa strmim zaleganjem i u uslovima izražene tektonike.

Za otkopavanje ugljenog sloja primenjena je stubno-komorna metoda otkopavanja sa tehnologijom miniranja, obaranjem krovinskog dela sloja i tekućim zarušavanjem krovine. Izrada rudarskih prostorija vrši se klasičnim bušačko-minerskim radovima.

Provetranje otkopnih i pripremnih radilišta vrši se isključivo separatno kompresionim načinom. Ovakav način provetranja stubno-komornih otkopa veoma teško omogućava efikasno provetranje

kod razvijenog otkopa. S obzirom da otkopi imaju određenu dinamiku pomeranja u sloju, to procesima miniranja i zarušavanja dolazi do cikličnog istiskivanja gasno-vazdušne smeše sa metanom.

Količine metana koje se izdvajaju u aktivne rudarske prostorije i njihovo savlađivanje imaju kako sigurnosni tako i proizvodni efekat. Praćenjem izdvajanja metana iz aktivnih otkopa u određenom periodu 1998. godine preko sistema automatske daljinske kontrole evidentirano je da se prosečno dnevno 20% efektivnog radnog vremena gubi na zastojima zbog prekoračenja koncentracije metana od 1,0%.

S obzirom da je u jami „Soko“ registrovano više pojava izboja gasa i materijala to je kao sastavni deo tehnologije eksploatacije uvedeno informativno bušenje. Ovo je osnovna preventivna mera zaštite koja se mora dosledno sprovoditi. Kod povećanja dotoka metana na bušotinu se priključuje degazacioni cevovod kojim se metan dalje odvodi.

#### LITERATURA

1. Bijelić V., Ljubojev M.: Pojava gorskih udara u jami „Raspotočje“, Časopis Rudarski radovi br.1/2002, Bor, 2002.
2. Dragosavljević Z., Denić M., Ivković M.: Strategija razvoja podzemnih rudnika uglja u Srbiji u okviru razvoja ugljenih basena sa površinskom eksploatacijom, Časopis Rudarski radovi br. 1/2009, Bor, 2009.
3. Ivković M., Miljanović J.: Parametri uticajni na životnu sredinu u rudniku „Soko“ – Sokobanja, Časopis rudarski radovi br.1/2009, Bor, 2009.
4. Ivković M., Miljanović J.: Calculation the gas concentration in the underground coal combustion, Journal Mining Engineering, no 1/2010, Bor, 2010.
5. Magdalenović N., Jovanović R., Stanujkić D., Magdalinović-Kalinović: Optimizacija rudarskih projekata i proizvodnje, Časopis Rudarski radovi br.2/2009, Bor, 2009.
6. Milečević M., Milić V., Svrkota I.: Zarušavanje krovinskih stena pri otkopavanju slojeva uglja vrlo velike moćnosti. Časopis Rudarski radovi br.1/2007, Bor, 2007.
7. Stjepanović M.: Novi izazovi i vizije rudarstva u svetu sa osvrtom na rudarstvo u Srbiji, Časopis Rudarski radovi br.2/2007, Bor, 2007.
8. Stjepanović M.: Stanje sigurnosti i tehnička zaštita u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom uglja u Republici Srbiji, Časopis Rudarski radovi br.1/2001, Bor, 2001.
9. Urošević D., Đuranović D.: Značaj i procena vrednosti poslovnih poduhvata u Rudarstvu Srbije, Časopis Rudarski radovi br.1/2007, Bor, 2007.
10. Vušović N., Svrkota I.: Analiza procesa pomeranja potkopanog terena na području RMU“Soko“ na osnovu postojećih rezultata periodičnih opažanja, Časopis Rudarski radovi br.2/2005, Bor, 2005.