



YU ISSN 1451-0162

UDC 622

mining engineering

RUDARSKI RADOVI

3/2014

komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina

KOMITET ZA POZEMNU EKSPLOATACIJU MINERALNIH SIROVINA

RUDARSKI RADOVI je časopis baziran na bogatoj tradiciji stručnog i naučnog rada u oblasti rudarstva, podzemne i površinske eksploatacije, zaštite životne sredine, pripreme mineralnih sirovina, geologije, mineralogije, petrologije, geomehanike i povezanih srodnih oblasti. Izlazi dva puta godišnje od 2001. godine, a od 2011. godine četiri puta godišnje.

Glavni i odgovorni urednik

Prof.dr. Mirko Ivković, viši naučni saradnik,
Komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina-Resavica
E-mail: mirko.ivkovic@jppeu.rs
Tel: 035/627-566

Zamenik glavnog i odgovornog urednika

Doc.dr. Jovo Miljanović
Univerzitet u Banja Luci, Rudarski fakultet, Prijedor
Republika Srpska
Tel: 0038752241660

Urednici:

Vlado Todorović
Danijel Janković

Prevodilac:

Nenad Radača
Dražana Tošić

Štamparija: Grafopromet doo, Kragujevac

Tiraž: 100 primeraka

Internet adresa:

www.jppeu.rs

Izdavanje časopisa finansijski podržava
Komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina Resavica

ISSN 1451-0162

Indeksiranje časopisa u SC Indeksu i u ISI

Sva prava zadržana

Izdava

Komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina Resavica

E-mail: mirko.ivkovic@jppeu.rs

Tel: 035/627-566

Naučno-tehnička saradnja sa

Inženjerskom akademijom Srbije

časopis meunarodnog značaja verifikovan posebnom odlukom ministarstva M24

Uređivački odbor

Akademik Prof.dr. Mladen Stjepanovi

Inženjerska akademija Srbije

Prof.dr Vladimir Bodarenko

Nacionalni rudarski univerzitet, Odeljenje za podzemno rudarstvo, Ukrajina

Prof.dr. Milivoj Vuli

Univerzitet u Ljubljani, Slovenija

Akademik Prof.dr. Jerzy Kicki

Državni institut za mineralne sirovine i energiju, Krakov, Poljska

Prof.dr. Vencislav Ivanov

Rudarski fakultet Univerziteta za rudarstvo i geologiju „St.Ivan Rilski“, Sofija, Bugarska

Prof.dr. Tajduš Antoni

Stanislavov univerzitet za rudarstvo i metalurgiju, Krakov, Poljska

Dr. Dragana Komljenovi

Nuklearna generatorska stanica G2, Hidro-Quebec, Kanada

Doc.dr. Zlatko Dragosavljevi

Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Beograd

Prof.dr. Nebojša Vidanovi

Rudarsko geološki fakultet, Beograd

Prof.dr. Ne o uri

Tehnički institut, Bijeljina, Republika Srpska

Prof.dr. Vitomir Mili

Tehnički fakultet, Bor

Prof.dr. Rodoljub Stanojlovi

Tehnički fakultet, Bor

Dr. Miroslav R. Ignjatovi , viši naučni saradnik

Privredna komora Srbije

Doc.dr. Slobodan Majstorovi

Univerzitet u Banja Luci, Rudarski fakultet, Prijedor

Prof.dr. Vladimir Malbaši

Univerzitet u Banja Luci, Rudarski fakultet, Prijedor

Doc.dr. Lazar Stojanovi

Univerzitet u Banja Luci, Rudarski fakultet, Prijedor

Prof.dr. Radoje Pantovi

Tehnički fakultet, Bor

Doc.dr. Duško ukanovi

JP PEU- Resavica

SADRŽAJ

Marko Babovi , Radivoje Milanovi , Branko Jevti
ENERGETSKI PROJEKAT „ŠTAVALJ“

Snežana Vukovi , Zoran Kuli
TEHNI KE I ORGANIZACIONE MERE ZAŠTITE OD BUKE
U PD RB „KOLUBARA“

Mirko Ivkovi ,Jovo Miljanovi ,Ljubica Figun,Žarko Kova evi
SISTEMATIZACIJA POVREDA NA RADU U PODZEMNIM RUDNICIMA
UGLJA U SRBIJI U 2013. GODINI

Slobodan Kokeri ,Ranko Radoja,Dragan Jokovi ,Nenad Radosaljevi
EKONOMSKI EFEKTI UNAPRE ENJA TEHNOLOGIJE
PODGRA IVANJA ETAŽNIH HODNIKA U RMU „SOKO“
-SOKOBANJA

ENERGETSKI PROJEKAT „ŠTAVALJ“

Izvod

Ministarstvo rudarstva i energetike, u saradnji sa Elektroprivredom Srbije, 2013.godine pokrenulo je inicijativu razvoja projekta „Štavalj“, koji tretira razvoj rudnika za potrebe snabdevanja ugljem kao energentom budu e termoelektrane snage 350MW, izgradnju predmetne termoelektrane i prenosa elektri ne energije na elektroenergetsku mrežu Republike Srbije.

Preduslov za analizu opravdanosti ovog Projekta je definisanje tehni kih elemenata ovog kompleksnog rudarsko-termoenergetskog sistema. Iz tog razloga nedvosmislena podloga celom Projektu je prikaz sirovinske baze, t.j. što realnija analiza sirovinske baze Sjeni kog (Štavaljskog) ugljonosnog basena u interakciji sa budu om masovnom eksploatacijom uglja. Osnovni postulat održivog razvoja celog termoelektroenergetskog sistema Republike Srbije, t.j. Elektroprivrede Srbije je obezbe enje potrebne godišnje proizvodnje uglja iz Rudnika za potrebe instalisanih termoenergetskih kapaciteta.

Iz tog razloga se takva potreba multiplicira i na Projekat „Štavalj“ i predstavlja ujedno i osnovnu premisu celom Projektu.U ovom radu akcenat e se dati geološko - rudarskom aspektu energetskog projekta „Štavalj“

1. UVOD

Mogu nost izgradnje termoelektrane „Štavalj“ u stru nim krugovima se do danas više puta analizirao i predstavljao.

Ovaj projekat se prvi put pominje u dokumentu iz 2004. godine - „Strateška konsolidacija javnog preduze a za podzemnu eksploataciju uglja“, ura enom od strane konsultantske firme FAKTIS, koji je finansiran od strane Svetske banke.

U skladu sa zahtevom Ministarstva rudarstva i energetike, tokom 2006. godine, ura ena je Studija o razvoju rudnika Štavalj kao snabdeva a ugljem potencijalne termoelektrane. Ovaj dokument je uradila eška firma „Vystavba dolu“ i finansiran je sredstvima Vlade eške Republike kao razvojna pomo . Evropska agencija za rekonstrukciju je 2007. godine finansirala izradu„ Prethodne studije izvodljivosti rudnika i termoelektrane „Štavalj“ koju su uradili nema ka konsultantska ku a DMT i Rudarsko geološki fakultet, Beograd.

Poslednja inicijativa u ovom pravcu od strane Ministarstva rudarstva i energetike , bila je 2013.godine iz u eš e eške kompanije „Alta“ i predstavnika javnih preduze a EPS, EMS i PEU Resavica, iz koje je proizašla potreba za izradom tehni kog dokumenta koji bi se objedinila analiza Rudnika + Termoelektrane + Elektroprenosa kao polazne osnove za izradu Prethodne studije opravdanosti sa Generalnim projektom i drugom potrebnom projektom dokumentacijom.

* Elektroprivreda Srbije-Beograd, Vojvode Stepe 412, 11000 Beograd

U ovom radu prikaza e se osnovne pretpostavke Projekta „Štavalj“, koje su proizašle iz predmetnog tehni kog dokumenta.

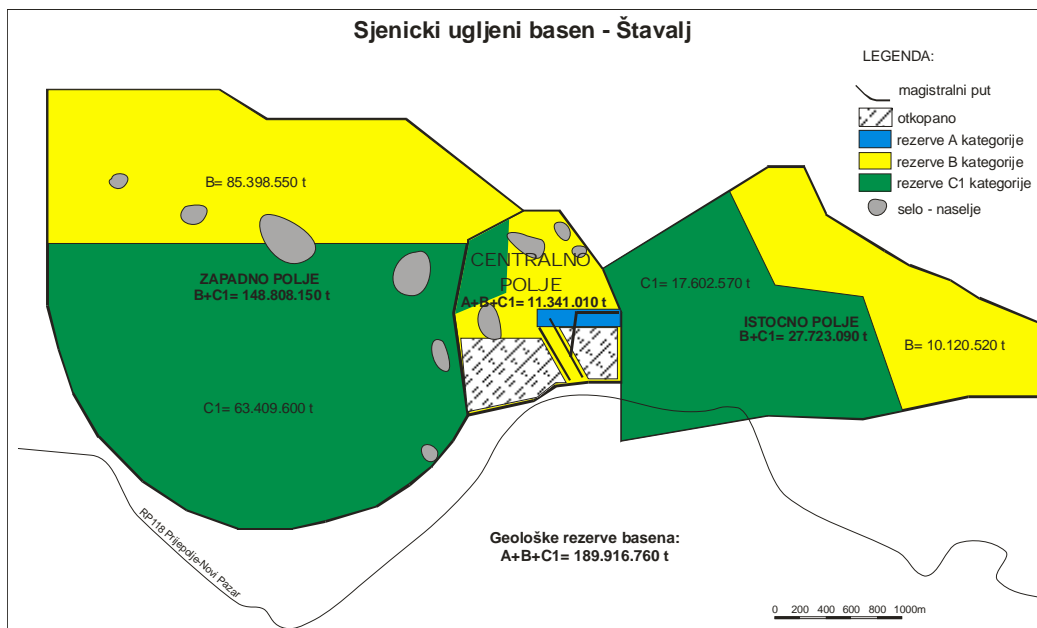
2. GEOGRAFSKE I GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SJENI OG (ŠTAVALJSKOG) UGLJONOSNOG BASENA

Sjeni ki basen se nalazi na krajnjem jugozapadu Srbije, i od Sjenice je udaljen 12 km, a od Novog Pazara 42 km. Teritorijalno pripada Opštini Sjenica. Saobra ajne veze su nepovoljne. Zastupljen je isklju ivo drumski saobra aj. Basen je povezan asfaltnim putem Sjenica – Novi Pazar – Raška sa Ibarskom magistralom, ili putem Sjenica – Nova Varoš sa Jadranskom magistralom.

Sjeni ki ugljonosni basen ine tri ležišta uglja, koja su geografski podeljena na: isto no polje, centralno polje i zapadno polje. Svako od ovih polja, u stvari, predstavlja i ležište uglja u okviru basena. Najzna ajnije ležište, kako po prostornom položaju, tako i po geološkim rezervama je zapadno polje. Ovo polje karakteriše nizak stepen istraženosti. Najistraženiji je severni deo polja, gde su istraživanja vršena po pravilnoj mreži bušenja, na rastojanju od 125 m x 125 m i time dokazane geološke rezerve B kategorije. Preostali deo zapadnog polja je istražen bušotinama u re oj mreži na me usobnom rastojanju od 250 m x 250 m i time dokazao ugljonosnost na nivou C₁ kategorije. Na osnovu dosadašnjih istraživanja može se smatrati da je oko 35% prostora zapadnog polja istraženo geološkim rezervama B kategorije, a 65% prostora rezervama C₁ kategorije.

Centralno polje je najmanje ležište u okviru ovog basena. Na njemu je zasnovana prva eksploatacija uglja, otvaranjem transportnog i vetrenog niskopa. Ovo polje je ujedno i najbolje istarženo u mreži 125 m x 125 m. Praksa je pokazala da i pored guste mreže istražnog bušenja, nije bio jasno definisan strukturno tektonski sklop ležišta, t.j. da su rudarski radovi koji su razra ivali istražene geološke blokove „ulazili“ u potuno nejasne ugljonosne zone, tektonski jako poreme ene i znatno ovodnjene. Iz tih razloga, esto su rudarski radovi na razradi ležišta bili zaustavljani kao potpuno tehni ki i ekonomski neopravdani. Ovako složen strukturno-tektonski sklop direktno je uticao i na obim proizvodnje uglja koja je prose no iznosila od 60.000 t do 80.000 t godišnje.

Isto no polje, drugo po veli ini, razra eno je iz postoje e jame. Otežani uslovi eksploatacije uglja u centralnom polju usloveli su da se iz postoje ih kapitalnih prostorija otvaranja „krene“ u razradu isto nog polja, u kome se danas vrši eksploatacija uglja. Ovo polje se intezivno doistražuje, jer je najve i deo prostora ovog polja istražen retkom mrežom bušotina, na me usobnom rastojanju od 25 m x 250 m, t.j. geoloških rezervi C₁ kategorije. Položaj ležišta u okviru Sjeni kog ugljonosnog basena prikazan je na slede oj slici.



**Slika 1. - Prostorni prikaz Štavaljskog ugljunosnog basena
sa prikazom geoloških rezervi uglja**

U basenu je razvijen jedan ugljeni sloj, debljine od 3 - 27 m, ali je prose na debljina uglja u basenu od 11 -13 m. Prose na debljina istog uglja je oko 10 m. Neposredna podina i krovina u ugljenom sloju se sastoje od vrstog i konsolidovanig laporca.

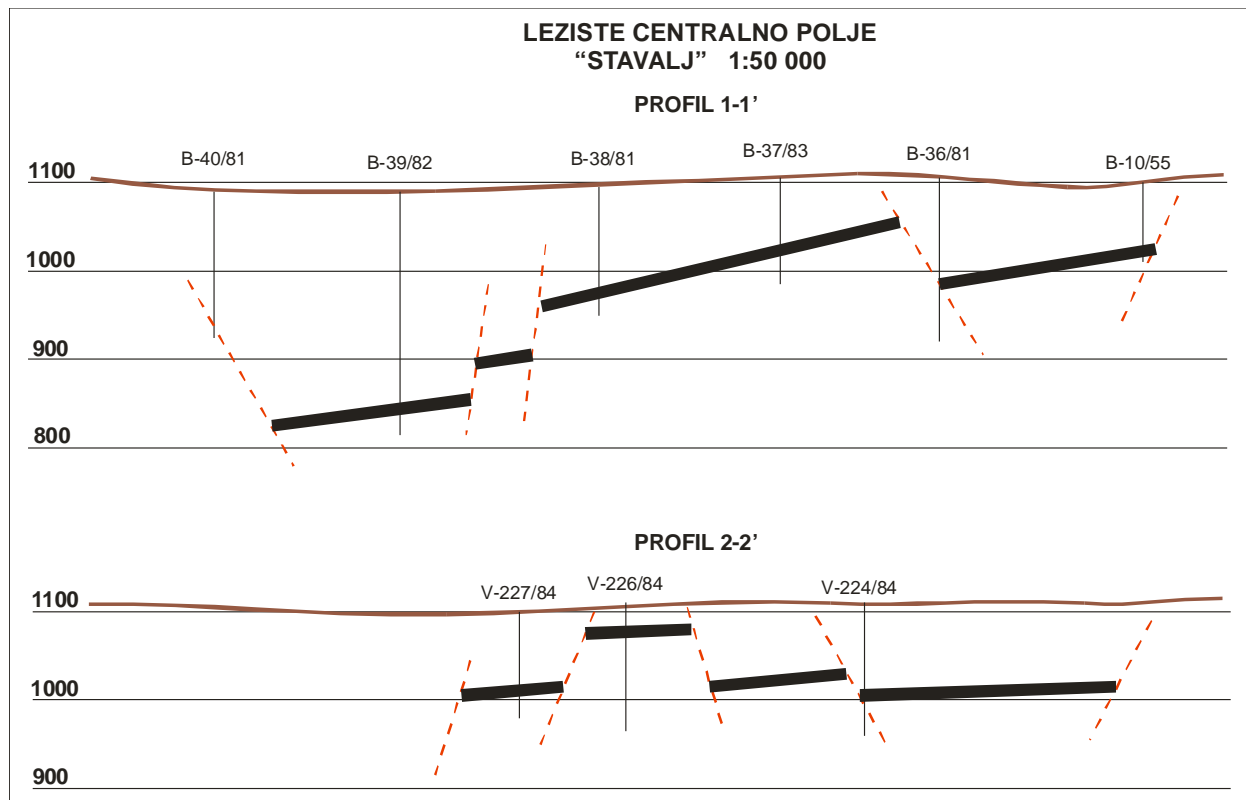
U celom basenu je potvr eno postojanje rasednih struktura sa velikim prostornim položajem i velikim skokovima od 20 m do 40 m. Osnovna karakteristika strukturnog sklopa je blokovska izdeljenost basena u celini a time i svakog polja posebno. Zapadno polje, koje je predmet razmatranja u pogledu organizovanja masovne proizvodnje uglja u svojim strukturnim i tektonskim karakteristikama ne odstupa mnogo od ostalih polja u basenu. Veli ina i prostorni položaj tektonskih blokova u zapadnom polju danas nisu definisani, što je preduslov za planiranje proizvodnje uglja. Tektonski blokovi su nepravilnog geometrijskog oblika. Analizom strukturnog i tektonskog sklopa, tektonski blokovi u zapadnom polju su predstavljeni nepravilnim tetraedrima do nepravilnih prizmi u kojima prose na dužina stranica iznosi oko 1. 000 m, re e do 1. 500 m. Širina stranica tektonskih blokova je u granicama od 300 m do 1. 000 m. Tektonski blokovi ujedno predstavljaju i geološke blokove koji su me usobno jasno odvojeni rasednim površima. U najve em broju slu ajeva, me usobna granica tektonskih blokova je jasna i oštra, za sace enom rasednom ravni, koja spušta ili diže susedni blok. Re i su slu ajevi kada je granica izme u dva tektonska bloka „milonitna“ zona, koja može biti više desetina metara, i u kojoj su potuno izmenjeni fizi ko mehani ki parametri radne sredine. Dokazan skok krila raseda, a time i vertikalno rastojanje izme u tektonskih blokova je u granicama od 20 m do 50 m, pa i 70 m.

Ovako intezivna tektonska aktivnost u ležištima Sjeni kog ugljunosnog basena, pa i u najatraktivnijem ležištu Zapadno polje, uslovlila je da je svaki tektonski ili geološki blok eksploataciono polje za sebe. Sva rudarska aktivnost u fazi eksploatacije uglja,

mora da se planira i izvede za svaki tektonski blok posebno. Iz ovog razloga, od velike važnosti i velikog značaja za odluku o načinu eksploatacije, t.j. o projektovanju a kasnije i o nabavci tipa rudarske mehanizacije, od presudnog značaja bi bila pravilna, a što ta nije definisanost tektonskih blokova kao radne sredine. Ovde se, pre svega, misli na definisanost geometrije bloka, rezervi i kvaliteta uglja u njemu, i neophodnih geotekničkih i hidrogeoloških karakteristika predmetnog tektonskog bloka.

Rasedi i rasedne zone po pravilu u ovom basenu su potencijalna mesta povećanih dotoka podzemnih voda. Ustaljen priliv podzemnih voda u rudarske prostorije je od 80 l/s – 100 l/s, dok u rasednim zonama može biti dvostuko i trostruko veći. To dalje zahteva ozbiljnu pripremu i odbranu od priliva i potencijalnih prodora podzemnih voda u rudarske objekte. Ovako složen strukturni i tektonski sklop zapadnog polja za sobom povlači i jak oprez u planiranju investicionih zahvata i daljem usmeravanju njihovog izvršenja u pogledu nabavke i ugradnje potrebne rudarske opreme i ostale mehanizacije.

Karakterističan geološki profil centralnog polja prikazan je na narednoj slici (br. 2.) koja prikazuje strukturno tektonski sklop, koji može biti reprezentativan celog Štavaljskog basena, t.j. i ostala dva polja u basenu.



Slika 2. - Strukturni profil ležišta uglja u Štavaljskom basenu

3. GEOLOŠKE I EKSPLOATACIONE REZERVE UGLJA U ZAPADNOM POLJU SJENI KOG BASENA

Od ukupnih geoloških rezervi uglja u basenu najveće rezerve se nalaze u Zapadnom polju. Zapadno polje je detaljnije istraženo u svom severnom delu, gde su dokazane geološke rezerve B kategorije. Ostali, veći deo ovog polja istražen je na nivou osnovnih geoloških istraživanja, pri čemu su konstatovane geološke rezerve C₁ kategorije. U tabeli 1 prikazane su geološke rezerve Zapadnog polja.

Tabela 1. – Geološke rezerve Zapadnog polja (interni proračun)

Kategorija	B	C ₁	Ukupno
Geološke rezerve (t)	85.399.000	63.400.000	148.799.000

Blokovska izdajenost ležišta Zapadno polje usloviće i količinu eksploatacionih rezervi uglja u ovom polju. Proračun eksploatacionih rezervi se treba izvršiti za svaki

tektonski / geološki blok posebno, i to samo za one geološke blokove u kojima je mogu e formirati masovnu, mehanizovanu eksploataciju uglja.

U dosada ura enim studijskim analizama eksploataбилности zapadnog polja, vršen je prora un eksploatacionih rezervi uglja za one tektonske / geološke blokove u kojima je po vi enju autora bilo realno formirati mehanizovano, frontalno otkopavanje uglja. Analiiza iz 2006.godine predvidela je mogu nost zasnivanja eksploatacije uglja u 21 geološki blok zapadnog polja.

Takav prora un eksploatacionih rezervi, prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. – Prora un eksploatacionih rezervi(poreklo prora una....)

(METODOM YURC,

Stanje - April 2006			Kategorija rezervi C1							
br. bloka	sorta rez.	povezivost	rezervi	exploat.	iskorišćenje	sorta rez.	povezivost	rezervi	exploat.	iskorišćenje
			kt	kt	%			kt	kt	%
1	N	Vol+Váz	2 141	0	0.0					0.0
2	B+N	Vol+Váz	15 132	7 884	52.1	E	Vol	12 204	7 884	64.6
3	B+N	Vol	3 352	0	0.0					0.0
4	B+N	Vol+Váz	7 745	4 076	23.0	B	Vol	10 340	4 076	39.4
5	B+N	Vol+Váz	2 581	784	29.6	B	Vol	1 809	784	42.2
6	B+N	Vol+Váz	3 706	1 446	39.0	B	Vol	3 246	1 446	44.5
7	B	Vol	3 999	0	0.0					0.0
8	B+N	Vol+Váz	8 885	3 425	38.6	B	Vol	7 779	3 425	44.0
9	B+N	Vol+Váz	15 753	6 531	41.6	B	Vol	11 132	6 561	58.9
10	B+N	Vol+Váz	9 581	4 969	51.9	B	Vol	7 639	4 969	65.0
11	B+N	Vol+Váz	5 215	0	0.0					0.0
12	B-N	Vol+Váz	12 153	4 912	40.4	B	Vol	7 525	4 912	65.3
13	B-N	Vol+Váz	31 722	18 666	58.8	B	Vol	28 012	19 666	66.6
14	N	Váz	177	0	0.0					0.0
15	B+N	Vol+Váz	1 565	0	0.0					0.0
16	B+N	Vol+Váz	2 764	0	0.0					0.0
17	B+N	Vol+Váz	12 619	5 856	46.4	B	Vol	10 573	5 856	55.4
18	B+N	Vol+Váz	6 123	2 711	44.2	B	Vol	4 921	2 711	55.1
19	B+N	Vol+Váz	3 022	1 157	38.3	B	Vol	2 843	1 157	40.7
20	N	Váz	419	0	0.0					0.0
21	B+N	Vol+Váz	840	0	0.0					0.0
ukupno			159 481	62 427	39.1			108 023	62 427	57.8

Iz ovakvog prora una (tabela 2) vidi se da je iskorišćenje geoloških rezervi malo, i iznosi oko 58%. Iz odnosa geoloških i eksploatacionih rezervi celog ležišta Zapadno polje, ovo iskorišćenje je još manje i iznosi oko 40% od ukupnih geoloških rezervi. Ovako malo iskorišćenje ukupnih rezervi uglja ukazuje na ozbiljnost geoloških doistraživanja i potrebu definisanja svakog tektonskog bloka u ovom polju, ime bi se potencijalno povećao stepen eksploatacionog iskorišćenja ovog polja.

Fizi ke osobine uglja

Ugalj je tamno mrke boje, prelom mu je školjkast i ne prija prste. Struktura uglja je trakasta, delimi no zrnasta. U ležištu je ugalj kompaktna i žilava. Ako je ugalj duže vreme izložen spoljašnjim uslovima, onda se lako drobi i mrvi.

Na spoljašnjoj temperaturi ugalj brzo gubi vlagu, od prose ne vlage u ležištu od oko 30%, stajanjem na deponiji prose na vlažnost može biti oko 24%. Prose na zapreminska težina uglja je 1,3 t/m³. Ugalj celog Sjevernog basena, pa i Zapadnog polja, pripada vrsti mrkolignitskih ugljeva sa simbolom ML.

Petrografski sastav

Na osnovu petrografskog sastava i fizičkih osobina, ugalj pripada humusnim, polusjajnim, tvrdim lignitima.

Humusni gel i ulminit predstavljaju osnovnu masu uglja od 75 - 80%.

Hemijske osobine

Osnovne hemijske karakteristike uglja:

- Donja toplotna vrednost uglja je od 11.000 kJ/kg -14.000 kJ/kg, generalno se može smatrati da je DTE u ležištu oko 13.000 kJ/kg;
- Vлага u ležištu je oko 30%;
- Pepek je oko 11 % i
- Ukupan sumpor iznosi oko 0,9%.

Sadržaj ukupnog sumpora u uglju je 0,9(%). Ovako niska vrednost sadržaja sumpora daje za pravo pretpostavki da bi bilo realno zaštititi i o uvati životnu sredinu u uslovima masovnog sagorevanja uglja i odlaganja pepela na deponije, nakon njegovog sagorevanja.

Poznavanje hemijskog sastava pepela je od velike važnosti za sigurno formiranje deponije pepela i šljake budu e termoelektrane. Pored toga i u tehnološkom ciklusu sagorevanja uglja u kotlovskim postrojenjima, t.j. hemijski sastav pepela ima veliku ulogu.

Poznato je da sadržaj alkalija (Na+K₂O) ve ih od 0,5% ima šteta uticaj na kotlovska postrojenja. Zna ajnu ulogu imaju i ostali oksidi koji ukazuju na termotehni ke osobine, na primer sa porastom sadržaja SiO₂ dolazi do pove anja ta ke topljenja. Termotehni ke osobine pepela iz uglja Zapadnog polja su povoljne i pružaju mogu nost velikog iskoriš enja uglja u procesu sagorevanja.

Visoka topivost pepela iz uglja ukazuje da je ovaj ugalj dobar za sve vrste termi kih procesa. Sa stanovišta uticaja ta ke topljenja na efekte sagorevanja ugalj Zapadnog polja spada u grupu sa teško topivim pepelom.

4. NA IN POTENCIJALNE EKSPLOATACIJE UGLJA

Posmatraju i kompletan Sjeverni ki basen, njegovu podelu na Isto no, Centralno i Zapadno polje, poštuju i pri tome strukturu i geometriju ugljenog sloja u ovom basenu, mogu e je da se ugalj otkopava podzemnim i površinskim na inom.

Podzemna eksploatacija je primaran na in otkopavanje uglja u zapadnom polju dok je zasnivanje površinske eksploatacije uglja, kao sekundarnog tipa otkopavanja uglja mogu e u Isto nom polju.

Izgradnja novog Rudnika Štavalj dobija smisao samo u direktnoj vezi sa izgradnjom termoenergetskog objekta na ovoj lokaciji. Ovakav sublimat: energetski kompleks i sigurni energent pruža dodatnu energetsku sigurnost Republike Srbije a lokanoj zajednici njen održivi razvoj. Mogi i termoenergetski kompleks se ogleda u izgradnji termoelektrane ukupne snage od 300 MW. U zavisnosti od izabrane snage budu e termoelektrane Rudnik bi morao da obezbedi kontinualnu proizvodnju uglja u koli ini od oko 2.000.000 t/godišnje.

Potrebne koli ine godišnje proizvodnje uglja sigurno e zavisiti i od kvalitet uglja, t.j. energenta koji bi se isporu ivao budu oj termoelektrani. Dosadašnje analize kvaliteta uglja u ležištu zapadno polje ukazuju na postojan kvalitet uglja u pogledu varijacije donjeg toplotnog efekta (koeficienat varijacije DTE je svega 8,18%). To zna i da je „garantovan ugalj“ kojim bi se snabdevala budu a termoelektrana bio kvaliteta u osnovnim parametrima;

- Vlaga: 28,50 (%)
- Pepeo: 10,50 (%)
- DTE: 10.500 (kJ/kg)

4.1. Podzemna eksploatacija

Otvaranje i razrada ležišta Zapadno polje

Otvaranje novog rudnika je mogu e izvršiti u dve faze.

Prva faza otvaranja izvrši e se u istraženom delu ležišta visokog stepena istraženosti, koje karakterišu geološke rezerve uglja B kategorije.

Otvaranje ležišta, prve faze vršilo bi se u severozapadnom delu izdana ke ugljene zone, tako da bi kapitalne prostorije otvaranja, transportni i vetreni niskop bili izra eni u kontaktnoj zoni zapadnog i centralnog polja. Drugi vetreni izlaz je u stvari veza sa postoje im niskopom N-1 u aktivnoj jami Štavalj. Ukupna metraž a prostorija otvaranja, kao i prostorija razrade prvog geolškog bloka za po etak otkopavanja uglja iznosila bi oko 11.250 m.

Druga faza otvaranja Zapadnog polja bila bi mogu a tek po doistraživanju, preostalog, južnog, dela ležišta, i utvr ivanja eksploatacionih kontura celog ležišta Zapadno polje. U ovoj fazi bi se odredila lokacija nove prostorije otvaranja koja bi obuhvatila kompletno Zapadno polje. U ovom momentu još nije jasan tip prostorije otvaranja (vertikalna ili niskopna prostorija). Ova prostorija ima osnovni cilj i primarnu funkciju bržeg transporta zaposlenih, kao i transporta repromaterijala i opreme. Razrada ležišta (pripremni rudarski radovi za formiranje otkopnog fronta) vrši e se iz kapitalnih prostorija otvaranja i isklju ivo u okviru definisanih tektonskih blokova. Za kontinualan rad termoenergetskog postrojenja potrebna je sigurna godišnja proizvodnja uglja iz Rudnika i u tu svrhu potrebna je nabavka dva široka ela otkopne dužine do 150m, sa kompletnom prate om opremom. Za svako široko elo vršila bi se razli ita priprema, kako vremenski tako i lokacijski.

Metoda otkopavanja

Otkopavanje uglja bi bilo masovno, mehanizovanom opremom u širokom otkopnom frontu (široko elo). Za postizanje potrebnog kapaciteta proizvodnje, širina otkopnog fronta mora da uvaži i geometriju tektonskih blokova. To zna i da širina ela može da varira u dijapazonu od 100 m do 150 m. Ovim bi se pored dostizanja potrebne proizvodnje uglja postigli i visoki koeficijenti iskoriš enja rezervi uglja u bloku. Visina otkopnog fronta tako e mora da uvaži i potrebnu proizvodnju ali i stepen iskoriš enja rezervi. Kako je ugljeni sloj prose ne debljine oko 10 m, u najve em broju tektonskih blokova bi e mogu e organizovati etažno otkopavanje, t.j. dve otkopne etaže po 5 m.

Dinamika investicionih ulaganja

Potrebna investiciona ulaganja, za potrebnu podzemnu proizvodnju uglja od 2.000.000 t godišnje, vrsta radova i njihova dinamika, prikazana je u tabeli 3.

Tabela 3. – Investiciona ulaganja i dinamika ulaganja po godinama (u hilj. Evra)

Vrsta radova	1. god	2. god	3. god	4. god	5. god	6. god	Ukupno
Projektna dok.	1.000	1.000	500				2.500
Rudarske prostorije		15.000	7.687	7.687	7.687	3.000	41.061
Oprema jama		12.850	12.850	12.850	12.850	12.850	64.250
Površinski Gra .objekti		3.817	5.000	5.000	5.000		18.817
Oprema na površini		1.320	3.000	3.000	3.000	3.000	13.320
Ostalo		1.323	1.250	1.250	1.250	1.250	6.333
Ukupno	1.000	35.31	30.28	29.787	29.787	20.100	146.281

Kapacitet proizvodnje

Proizvodnja uglja iz budu e jame rudnika Štavalj sa jednog široko elnog otkopa može se o ekivati u petoj godini od po etka izrade investiciono - tehni ke rudarske dokumentacije pri uhodavanju širokog ela u rad.

Drugo široko elo po inje sa proizvodnjom u sedmoj godini, tako da je mogu e da se u sedmoj godini iz jame dobije 2. 000. 000 tona uglja godišnje zajedno sa proizvodnjom uglja iz pripremnih radova. U tre oj i etvrtoj godini proizvodnja se dobija isklju ivo iz pripremnih radova za otvaranje otkopnog fronta koji se izvode u ugljenom sloju. U tabeli 4 prikazana je dinamika proizvodnje.

Tabela 4. – Dinamika proizvodnje

Proizvodnja uglja	1. god	2. god	3. god	4. god	5. god	6. god	7. god
tona	0	0	30.000	70.000	800.000	1.100.000	2.000.000

Radna snaga za podzemnu eksploataciju uglja

Rudnik bi radio u 4 radne smene dnevno, administracija u tri, 350 dana godišnje. Uzimaju i u obzir dnevni raspored i rashod radne snage po osnovu izostanka sa posla i korišćenja bolovanja, potreban broj po kategorijama iznosi:

- Rad na širokom delu 200
 - Rukovaoci opreme i rudarima 144
 - Transport zaposlenih i opreme 60
 - Elektro i mašinsko održavanje 60
 - Spoljna radna snaga 50
 - Uprava i administracija 60
- UKUPNO 574**

4.2 Površinska eksploatacija

Površinska eksploatacija se razmatra kao alternativno rešenje za period do postizanja projektovanog kapaciteta Rudnika Štavalj.

Lokacija i ograničenje površinskog kopa

Potencijalna lokacija za otvaranje površinskog kopa uglja je izdana u delu ležišta Istočno polje na lokalitetu sela Stupsko polje. Selo Stupsko polje je oko 4 km udaljeno od asfaltnog puta Sjenica – Novi Pazar. Na ovom prostoru se, posle II svetskog rata, površinski eksploatisao uglj. To je lokalitet sa najplim zaleganjem ugljenog sloja. Potencijalni prostor za rad površinskog kopa je oko 440 ha. Mogući koeficijent otkrivke u odnosu na uglj je $4,9 \text{ m}^3 \text{ otkr./t uglja}$, sa maksimalnim koeficijentom od oko $6,5 \text{ m}^3 \text{ otkr./t uglja}$. Ograničenje površinskog kopa je u ovom momentu nedefinisano sa procenjenim eksploatabilnim rezervama uglja od oko 5,5 miliona tona.

Dinamika eksploatacije

Vreme otvaranja površinskog kopa nije analizirano. Samim tim i po etak rada kopa sa dinamičkim planom proizvodnje uglja je nepoznat. Predviđeno je rad u 2 smene sa ukupno 60 zaposlenih na kopu. Potencijalne raspoložive količine uglja planirane za eksploataciju su na nivou od oko 400.000 t. Dinamički kop bi mogao da radi u godinama kada proizvodnja uglja iz jame ne može da postigne pun projektovan kapacitet za potrebe TE Štavalj.

Radni vek površinskog kopa u ovom momentu se ne analizira.

Otkup i odšteta i investicije za otvaranje površinskog kopa

Od preloženih 440 ha zemljišta, nepoznata je vlasnička struktura i namena zemljišta na kome će biti izgrađen površinski kop. Nepoznata je i visina i tip odštete. Investicije za otvaranje površinskog kopa u ovom trenutku se ne mogu specificirati iz razloga nejasne svrhe rada površinskog kopa. U Tehničkom izveštaju uračunom od

strane eške firme ALTA, vrednost investicija za otvaranje površinskog kopa iznosi 30.000.000 evra.

5. OSNOVNI PARAMETRI TERMoeLEKTRANE „ŠTAVALJ“

Izgradnja novog termoenergetskog postrojenja sa pripadaju im postrojenjima, ure ajima i potrebnom infrastrukturuom predvi a se na lokaciji rudnika „Štavalj“ . Predložen je koncept nove TE ukupnog instaliranog kapaciteta od 2h150 MWe, baziranog na savremenoj tehnologiji CFS (cirkulaciono fluidizovani sloj). Termoelektrana bi trebalo da radi u baznom režimu EES Srbije.

Detaljnim studijama (prethodni radovi, Prethodna studija opravdanosti sa Generalnim projektom i Studija opravdanosti sa Idejnim projektom) i analizama treba da se dokaže opravdanost i izvodljivost ove investicije.

Termoelektrana bi kao gorivo koristila mrko lignitski ugalj toplotne mo i 10,5 MJ/kg (+- 10%) iz jame. Potrošnja uglja je procenjena na 1,8 mil. t/god. Planirani period investicione izgradnje mora se usaglasiti sa harmonogramom izgradnje Rudnika i dinamikom proizvodnje uglja.

Predloženo termopostrojenje sastojalo bi se od dva bloka, neto snage od po 150, MWe. Osnovno gorivo je ugalj, za startovanje i stabilizaciju rada kotla koristi e se lož ulje ili mazut.

Svaki blok obuhvata kotao (sa cirkulacionim fluidizovanim slojem i podkriti nim parametrima pare), turbogenerator sa me upregrejanom parom, deaerator, zagreja e napojne vode niskog i visokog pritiska i kondez i napojne pumpe, kao i integrisani sistem za nadzor i upravljanje elektranom (ICMS) i sisteme za tretman vode. Elektrana e biti projektovana za rad u baznom režimu, sa promenljivim optere enjem.

Za pre iš avanje dimnih gasova od praškastih materija, koristli bi se elektrostati ki filteri, a dimni gasovi se preko dimnjaka ispuštali u atmosferu. Hla enje kondenzatora obezbedilo bi se preko zatvorenog sistema rashladne vode i rashladnih tornjeva sa prirodnim strujanjem vazduha. Hla enje ostalih delova bloka obavljalo bi se preko zatvorenog cirkulacionog sistema rashladne vode. Svi neophodni aspekti su uzeti u obzir pri rešavanju tehni kog koncepta termoelektrane: ugalj, voda, uslovi lokacije, odabrana lokacija, emisije, ostali aspekti (el. mreža i logistika).

Ugalj:

- | | |
|----------------------------|------------------|
| • potrošnja | 1,8 mil. t / god |
| • Granulacija: | 0 - 50 mm |
| • Granulometrijski sastav: | 50% > 25 mm |
| • Sadržaj vlage: | 31.43% maks. 50% |
| • Sadržaj pepela: | 14.34% |
| • Sadržaj sumpora: | 0.98% |
| • Toplotna vrednost: | 10,500 kJ/kg |
| • Deponija uglja: dva dela | 200 x 50 m |

Pepeo:

- odlaganje u rudniku, deponija pored elektrane ili njegovo koriš enje kao gra evinskog materijala

- Koli ina pepela sa kre njakom - 500 000 t/god.
- Toplovod prema Sjenici: dužine 12 km, pre nika 350 - 500 mm, kapaciteta min. 15MWt, temperature vode 60/120°C
- Retenzija: maks. zapremine 450 000 m³
- Rashladna voda 160 -180 m³/h
- Vodozahvat na reci Vapi (kapacitet pumpanja maks. 2 m³/min)
- Voda iz rudnika za hla enje: maksimalno 30 m³/min

Emisije u vazduh:

Elektrana e biti projektovana u skladu sa EU Direktivom 2010/75/EU kojom su definisane grani ne vrednosti emisije u vazduh i to:

- NO_x: < 200 mg/m³
- SO₂: < 200 mg/m³
- Praškaste materije: < 30 mg/m³

Radni vek elektrane

- Minimalni projektovani radni vek iznosi 25 godina, uz mogu nost produženja za još jedan radni ciklus od 25 godina.
- Minimalni radni vek habaju ih delova iznosi 2,5 godine pri kontinualnom radu i nepredvi enim uslovima rada.
- Za blokove koji kao gorivo koriste ugalj uobi ajen je radni broj sati na mreži 7.000 h u toku godine.

Obim projekta

Predmetni projekat generalno obuhvata kompletan inženjering, proizvodnju opreme, izgradnju i puštanje u rad po principu klju u ruke elektrane na ugalj (snaga na pragu generatora) sa dva bloka snage 150 MWe sa primenom tehnologije cirkulacionog fluidizovanog sloja (CFS). U tabeli 5. prikazana su investiciona ulaganja potrebna za izgradnju termoenergetskog bloka sa CFS uzimaju i u obzir razli ite delove sistema.

Tabela 5. – Investiciona ulaganja potrebna za izgradnju termoenergetskog bloka sa CFS

	Stavka	Evra
1	Projektovanje, oprema, radovi na izgradnji i montaži	184.300.000
2	Kotao, kotlarnica, snabdevanje ugljem, lete i pepeo, voda	179.450.000
3	Turbina, generator, mašinska sala	58.200.000
4	Transformatori, razvodno postrojenje, sistemi upravljanja, elektro oprema	63.050.000
5	Pomo ni sistemi	40.000.000
	Ukupno	525.000.000

6. ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE

Emisija zaga uju ih materija u vazduh

Neophodno je razmotriti sistem ispuštanja dimnih gasova u vazduh. U tom cilju potrebno je predvideti izgradnju dimnjaka i dati osnovne tehni ke karakteristike u skladu sa ulaznim parametrima za projektovanje. Direktivom 2010/75/EU grani na vrednost

emisije praškastih materija za termoenergetska postrojenja snage $>300\text{MW}_{\text{th}}$ iznosi $<10\text{mg}/\text{Nm}^3$, a ne kako je navedeno $<30\text{mg}/\text{Nm}^3$. Predvideti da izlazna koncentracija praškastih materija iz postrojenje za pre iš avanje dimnih gasova bude $<10\text{mg}/\text{Nm}^3$.

Emisija zaga uju ih materija u površinske i podzemne vode

Neophodno je predvideti oblaganje deponije uglja vodonepropusnim slojem u cilju spre avanja zaga enja podzemnih voda.

Postrojenje za pre iš avanje otpadnih voda treba da bude projektovano tako da koncentracije zaga uju ih materija na izlazu iz postrojenja budu u okviru grani nih vrednosti propisanih Uredbomom grani nim vrednostima emisije zaga uju ih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje („Sl.glasnik RS“, br.67/2011 i 48/2012)

Emisija zaga uju ih materija u zemljište

U okviru sistema sakupljanja i odlaganja pepela potrebno je sagledati mere zaštite koje se odnose na odlaganje pepela.

Potrebno je predvideti silose za sakupljanje i isporuku suvog pepela i mere zaštite za pepeo koji e se odlagati.

7. ZAKLJU CI I PREPORUKE

- Za odluku o izgradnji nove termoelektrane i rudnika „Štavalj“ neophodno je pristupiti izrade potrebne dokumentacije koja bi razmotrila detaljnije sve aspekte projekta
- U daljoj izradi dokumentacije potrebno je realizovati Prethodne radove koji predhode izradi tehni e dokumentacije a kako je definisano Zakonom o planiranju i izgradnji;

Literatura:

[1] Inicijalni elaborat za energetski projekat „Štavalj“ (rudnik + termoelektrana + prenosni sistem), Elektroprivreda Srbije, 2013.godina

UDK:622.7:666.952:658.566(045)=861

Snežana Vukovi *, Zoran Kuli *

TEHNI KE I ORGANIZACIONE MERE ZAŠTITE OD BUKE U PD RB “KOLUBARA”

1. UVOD

U uslovima intenzivne eksploatacije ležišta mineralnih sirovina brojni su štetni uticaji na životnu i radnu sredinu. Problem uticaja buke sve je složeniji kako se proizvodnja osavremenjuje i angažuje sve veći broj mašina i opreme velikog kapaciteta. Savremena rudarska nauka i praksa suo avaju se sa rešavanjem ovih veoma složenih zahteva, uz primenu novih pristupa u analizi, planiranju i sprovođenju mera zaštite od buke kako u radnim okolinama tehnoloških sistema eksploatacije, pripreme i prerade mineralnih sirovina tako i u životnoj sredini u kojoj se nalaze rudarski tehnološki kompleksi.

Pojava nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na površinskim kopovima PD RB “Kolubara”. Izvori buke su rudarske mašine za otkopavanje, transport i pomoćne radove: bageri, utovarivači, buldozeri, transporteri sa trakom, kamioni, autocisterne itd.

Da bi se moglo što bolje proceniti štetno dejstvo buke, neophodno je raspolagati što potpunijim i što tačnijim podacima o osnovnim parametrima koji karakterišu buku kao fizičku pojavu, kontinuirano pratiti nivo izmerenih vrednosti na izvoru, u radnoj sredini, u radnoj okolini i kontrolisati zdravlje zaposlenih u pogledu štetnog dejstva buke i njenih posledica.

2. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA

Kolubarski ugljonošni baseni se nalaze u centralnom delu Republike Srbije i obuhvataju prostor zapadne Šumadije, između naseljenih mesta Rudovaca na istoku, Koceljeva na zapadu, Lajkovca na jugu i Stepovca na severu.

U Rudarskom basenu „Kolubara” uglavnom se eksploatišu četiri površinska kopa: Polje „B/C”, Polje „D”, „Tamnava-Zapadno polje” i „Veliki Crljeni”.

Polje „D” je najveći i aktivni kop Kolubarskog ugljenog basena. Proizvodnja otkrivke i uglja organizovana je, zavisno od stanja radova sa četiri do pet jalovinskih sistema na otkopavanju otkrivke i dva ugljena sistema na otkopavanju uglja. Na otkopavanju otkrivke rade BTO sistemi (bager, traka, odlagač) – raspoređeni u skladu sa proizvodnim planovima i zahtevima na terenu. Otkopana otkrivka se sistemom transportera prenosi na unutrašnje odlagalište ovog kopa, gde se vrši odlaganje u prostor gde je završeno otkopavanje uglja iz ovog ležišta. BTU sistem (bager, traka, utovar) radi u jugozapadnom delu kopa. BTS sistem (bager, traka, separacija) otkopava uglavnom na severozapadnom delu ovog kopa.

Najveće količine otkopanog lignita se železnicom transportuju do termoelektrana „Nikola Tesla” u Obrenovcu, „Kolubara” u Velikim Crljenima i „Morava” u Svilajncu. Manji deo uglja koristi se za široku potrošnju.

*PD RB „Kolubara”

2.1. Izvori buke na površinskom kopu Polje "D"

Rotorni bageri

1. SRs 1200x24/4+VR (G-IV , G-III)
2. SRs 1201x24/4+VR (G-II)
3. SRs 1300x26/5+VR (G-VIII)
4. SRs 1301x24/2.5 (G-X)
5. SchRs 630x25/6 (G-VII)
6. SchRs 1760x32/5+VR (G-IX)

Bandwageni

1. BRs1600/ (28+50)x15 (BW1)
2. BRs1600/ (28+50)x17 (BW2)

Dreglajni

1. EŠ 5/45 (21, 22, 23)
2. EŠ 6/45 (27, 29, 31)
3. EŠ 10/70 (10, 11)

Odlaga i:

1. A₂RsB 3500x60+BRs (O-I, O-IV, O-II)
2. ARs 1800/(14+33+60)x20 (O-VI)

Transporteri sa trakom:

<i>BTU sistem</i>		<i>BTS sistem</i>	
<i>I.2=806 m</i>	<i>C.6.=377 m</i>	<i>A.6=936m</i>	
<i>B.15=618m</i>	<i>B.13= 514m</i>	<i>B.11=976m</i>	
<i>B.27= 791m</i>	<i>C.8=509m</i>	<i>B.19=435m</i>	
<i>B.10= 298m</i>	<i>2.2=386m</i>	<i>C.9=540m</i>	
<i>1.9 =486m</i>	<i>C.14=478 m</i>	<i>C.10=410 m</i>	
<i>B.8=1350m</i>			
<i>Ia BTO sistem</i>	<i>II BTO sistem</i>	<i>IV BTO sistem</i>	<i>V BTO sistem</i>
<i>B.25=633m</i>	<i>B.14=470m</i>	<i>B.6=399m</i>	<i>A.18=1274m</i>
<i>B.4=524m</i>	<i>A.7=372m</i>	<i>A.12=137m</i>	<i>A.23=784m</i>
<i>A.8=739m</i>	<i>1.1=470m</i>	<i>B.9=673m</i>	<i>A.21=365 m</i>
<i>C.3=905m</i>	<i>B.28=387m</i>	<i>C.7=519m</i>	<i>A.22=677 m</i>
		<i>1.9a=607</i>	<i>A.19=684m</i>
			<i>A.20=745m</i>
			<i>C.15=298m</i>

2.2. Procena potencijalne opasnosti i o ekivanog uticaja na radnike

Postoji realna opasnost od ugrožavanja zdravlja radnika po osnovu kriterijuma štetnog uticaja buke. Primena adekvatnih rešenja zaštite radne sredine, bilo da su tehnološke, tehni ke ili organizacione prirode, u mnogome zavisi od procene moguceg uticaja novoprojektovane

tehnologije na radnu sredinu, odnosno na tri osnovna ambijenta: vodu, vazduh, zemljište i radnu sredinu na svim rudarskim objektima.

Tehnološki proces površinskog otkopavanja ležišta uglja i otkrivke na lokaciji pole "D" prouzrokuje, do odre enog nivoa, izdvajanje štetnih materija (mineralne prašine) i buke u radnu sredinu.

Na radnim mestima na kojima buka prelazi 85 dB mogu se zapošljavati samo lica koja su na osnovu prethodnog specijalisti kog zdravstvenog pregleda proglašena sposobnim za rad na takvim radnim mestima.

Kad se svakodnevna izloženost buci nekog radnika ne može svesti ispod 85 dB, izloženi radnik ima pravo na kontrolu sluha (o uvanosti te funkcije) i ocenu zdravstvenog stanja.

Svi radnici koji rade na mestima na kojima postoji opasnost od ugrožavanja zdravlja zaposlenog, moraju se u toku rada podvrgavati periodi nim specijalisti kim zdravstvenim pregledima, uklju uju i i audiometrijsko ispitivanje sluha.

2.3. Rezultati merenja buke na površinskom kopu

Navedena merenja su izvršena u okviru redovnih periodi nih pregleda radne sredine od strane ovlaš ene ustanove, u toku letnjeg perioda 2013. godine.

Tabela br. 1: Rezultati merenja buke na pojedinim specifi nim lokacijama

OBJEKAT	INTERNA OZNAKA	MESTO SNIMANJA	VREDNOST NIVOA BUKE [dB]
Pogonska stanica	B-9	Kabina rukovaoca	71
Pogonska stanica	B-9	Platforma stanice	90
Pogonska stanica	A-7	Kabina rukovaoca	75
Pogonska stanica	A-7	Platforma stanice	94
Pogonska stanica	B-6	Kabina rukovaoca	72
Pogonska stanica	B-6	Platforma stanice	90
Pogonska stanica	C-3	Kabina rukovaoca	73
Pogonska stanica	C-3	Platforma stanice	95
Rotorni bager	G-4	Kružna platforma	88
Rotorni bager	G-4	Pored bagera	79
Rotorni bager	G-4	Kabina rukovaoca bagera	66
Rotorni bager	G-4	Kabina rukovaoca utovarne trake	62
Rotorni bager	G-4	Zajedni ka prostorija za odmor	67
Rotorni bager	G-4	Elektro postrojenje	73
Bager odlaga	O-1	Kružna platforma	87
Bager odlaga	O-1	Kabina rukovaoca prijemne trake - bagerista	64

Bager odlaga	O-1	Kabina rukovaoca odložne trake-trakista	65
Bager odlaga	O-1	Zajedni ka prostorija za odmor	69

Nivo buke na gotovo svim pogonskim stanicama znatno prelazi dozvoljene granice (85dB). Ovaj nivo može biti čak i viši pri radu nekih pomoćnih mašina (buldozera, cevopolagača, rovokopara, itd.), u toku servisiranja mašina i opreme kao i pri velikoj koncentraciji gusenih mašina na malom prostoru. Na buku tako je u znatnoj mjeri utiče velika starost radne opreme i tehnike. Nepovoljna starosna struktura zaposlenih tako je pogoduje tendenciji pogoršanja sluha rukovaoca na kopu, iako je prisutna kod svih starosnih grupa.

3. UTICAJI BUKE NA RADNU SREDINU

Buka se meri u radnim prostorijama sa zatvorenim vratima i prozorima i uključenim sistemom za ventilaciju, odnosno klimatizaciju. Ako se radna prostorija često koristi sa otvorenim vratima ili prozorima, merenja buke treba izvršiti i u takvim uslovima. Buka se u radnoj prostoriji meri pri normalnom radu mašina i uređaja i pri normalnom radu s alatom.

Ako se nivo buke na određenom radnom mestu u radnoj prostoriji u toku radnog vremena menja za najmanje 3 dB, merenja se ponavljaju kod svih režima rada mašina, uređaja, alata i dr. koji se koriste na odnosnom radnom mestu.

Pri merenju buke na radnom mestu, mikrofonski zvukomer postavlja se na mesto rada radnika u visini ušiju radnika, na odstojanju 0,20 m od uva. Mikrofon mora biti usmeren prema izvoru buke. Između mikrofona i izvora buke ne sme biti prepreka.

U prostorijama u kojima mesto rada nije tačno određeno, merenje se vrši na mestu koje je karakteristično za angažovanje radnika, i to na visini od 1,6 m ako radnik radi stojeći, ili na visini od 1,2 m ako radi sedeći.

Ako radnik radi na mestima s različitim nivoom buke ili ako je nivo buke kod različitih poslova različit, ili se u toku vremena menja za više od 2 dB, onda se nivo buke meri ili izražava u toku karakteristične zaokružene radne operacije ili u toku radnog dana ako se pojedine operacije karakteristične za buku u toku radnog dana ne ponavljaju.

Kad se izloženost radnika buci tokom dana u nedelji menja u tolikoj mjeri da može znatno uticati na ocenu rizika u pogledu povrede ili zdravstvenog oštećenja zbog buke, iz dnevnih ocenjenih nivoa L_{rd} izražava se nedeljni ocenjeni nivo.

Mesto i vreme merenja treba da se izaberu tako da budu karakteristični za prosečno opterećenje radnika bukom i da se u zapisniku o merenju što tačnije opišu.

Kad se nivoi buke na mestima rada menjaju zavisno od slušanja (površinski kop, servisna radionica i sl.), L_r se izuzetno može oceniti pomoću kratkotrajnih merenja u slušajno odabranim vremenima tokom radnog dana ili nedelje.

Kod poslova kod kojih radnik radi na različitim mestima i na kojima su nivoi za ocenu rizika zbog buke znatno različiti, prednost ima merenje pomoću ličnog dozimetra koga radnik nosi sa sobom u toku zaokružene radne operacije.

U radnoj prostoriji merenje se vrši na najmanje onoliko mesta koliko je potrebno da se može oceniti rizik u pogledu povrede ili zdravstvenog oštećenja za sve radnike koji rade u prostoriji.

3.1. Mere zaštite na oru ima za rad i ure ajima

Oru a za rad i ure aji pri ijem se koriš enju stvara buka moraju ispunjavati akusti ne uslove.

Oru a za rad i ure aji moraju biti izra eni tako da spre avaju buku koja nastaje usled udarnih pravolinijskih i rotacionih kretanja delova oru a i ure aja pri njihovom radu i prenošenju buke preko konstrukcije na tlo i ostale elemente radnih prostorija u kojima se takva oru a i ure aji nalaze.

Ako je za ispunjavanje uslova, potrebno preduzimanje posebnih mera (prigušiva i buke, elasti na podlaganja, zvuko-apsorpcioni štitnici, izolacione kabine i dr.), u dokumentaciji koja se prilaže uz oru e za rad i ure aj moraju se nazna iti i te mere.

Za spre avanje buke koja nastaje usled kretanja fluida (vazduh, para, gasovi) kroz cevi ili kanale, kao i pri njihovom izlaženju u slobodnu atmosferu (motori s unutrašnjim sagorevanjem, parne mašine, kompresori, duvaljke, ventilatori i dr.), primenjuju se odgovaraju e mere zaštite pri projektovanju, izvo enju i montaži cevovoda (pravilno oblikovanje kanala, odvajanje cevovoda od izvora buke i od ostalih elemenata prostorije umecima od gume i drugih materijala koji amortizuju zvuk, opremanje krajeva izduvnih cevi napravama za prigušivanje buke i sl.).

Za spre avanje buke koja nastaje usled kretanja transportnih sredstava u zatvorenim prostorijama (mosne i druge dizalice na šinama, železni ki vagoni, motorna kolica, ru na kolica i dr.) primenjuju se odgovaraju e zaštitne mere za smanjivanje buke (polaganje dizali nih koloseka na elasti nu podlogu, spajanje šina zavarivanjem, oblaganje metalnih to kova pomo nih transportnih kolica gumom ili drugim elasti nim materijalom koji amortizuje zvuk, asfaltiranje glavnih saobra ajnica u halama i radionicama ako su od betona ili drugog tvrdog materijala i dr.).

Do donošenja, standarda o uslovima merenja buke koju stvaraju mašine, podaci o buci oru a za rad i ure aja utvr uju se na osnovu merenja izvršenih u skladu sa ISO preporukom.

3.2. Mere zaštite na objektima u radnim prostorijama

Objekti s radnim prostorijama u kojima e se smeštati oru a za rad i ure aji s izvorima buke ili u koje buka može da dopre spolja moraju u pogledu akusti nih uslova odgovarati odredbi prema važe im tehni kim propisima i akusti nim prora unima priloženim u projektu objekta.

Mere zaštite primenjiva e se i pri rekonstrukciji gra evinskih objekata, radnih prostorija i tehnoloških procesa, kao i pri postavljanju novih oru a za rad i ure aja u radnim prostorijama ako bi rekonstrukcija, odnosno postavljanje novih oru a za rad i ure aja moglo doprineti prekora enju dopuštenih nivoa buke.

Korisnici novih i rekonstruisanih objekata s radnim prostorijama u kojima su smeštena oru a za rad i ure aji sa izvorima buke moraju, pre puštanja u redovan pogon tih oru a i ure aja, izvršiti merenja nivoa buke na radnim mestima i u radnim prostorijama radi proveravanja da li buka prelazi dopušten propisan nivo.

Kad izloženost radnika buci ili kad maksimalne vrednosti akusti nog pritiska, pojedina no ili zajedno, pre u 85 dB i 200 Pa, moraju se preduzeti mere s ciljem da se obezbedi:

1) da radnici i/ili njihovi predstavnici u preduze ima ili ustanovama dobiju informaciju ili, u izuzetnim slu ajevima, adekvatno obrazovanje u odnosu na:

- mogu e opasnosti po sluh;
- mere koje su za takve slu ajeve propisima predvi ene;
- nošenje sredstava li ne zaštite;
- kontrolu sluha

2) da radnici ili njihovi predstavnici u preduze ima ili ustanovama dobiju rezultate procene ili merenja buke i procene njenog uticaja na sluh radnika izlozenih buci.

Na mestima rada gde buka premašuje 85 dB radnici e na pogodan na in (signalima, crtežima, slikama ili na drugi na in) biti obavešteni gde, kada i kako treba da primene mere zaštite od buke.

Na mestima gde buka premašuje 90 dB ili na kojima vrednost maksimalnog akusti nog pritiska prelazi 200 Pa, radnici e pomo u odgovaraju ih signala biti obavešteni o nastaloj situaciji i kada e i kako primeniti mere zaštite. Na tim mestima nije dozvoljen pristup radnicima koji nisu neposredno vezani za proizvodne procese na tom radnom mestu.

Kad se na radnom mestu iz dana u dan uo avaju znatne promene dnevne izloženosti radnika buci, nadležni republi ki organ uprave, na zahtev preduze a, može, izuzetno, za radnike koji rade na specijalnim poslovima (zadacima), da pomeri granice dozvoljenog nivoa buke, ali samo pod uslovom da adekvatna kontrola pokazuje da prose no nedeljno izlaganje radnika buci ne premašuje dnevne vrednosti utvr ene propisima.

U izuzetnim slu ajevima, kad tehni kim i/ili organizacionim merama nije mogu e dnevno izlaganje buci smanjiti ispod 90 dB i obezbediti adekvatnu zaštitu, organi uprave mogu odložiti njegovu primenu za ograni eno vreme. Izuze a mogu trajati najduže šest meseci i mogu se ponoviti. U tim slu ajevima moraju se koristiti sredstva li ne zaštite najve eg stepena efikasnosti.

3.3. Sredstva li ne zaštite od buke

Na radnim mestima na kojima se pri radu s oru ima za rad i ure ajima, zbog tehni kih ili tehnoloških uslova eksploatacije, odnosno drugih opravdanih razloga, ne mogu ispuniti akusti ki uslovi koji se utvr uju odgovaraju om tehni kom dokumentacijom, ugroženim licima moraju se staviti na raspolaganje sredstva za zaštitu sluha predvi ena Pravilnikom o sredstvima li ne zaštite na radu i li noj zaštitnoj opremi, odnosno odgovaraju im jugoslovenskim standardima, pri emu moraju biti ispunjeni slede i uslovi:

1. Kad nivo buke ili kad maksimalne vrednosti akusti kog pritiska, zajedno ili pojedina no, premaše 90 dB i 200 Pa, moraju se upotrebiti sredstva li ne zaštite (štitnici).
2. Kad postoji mogu nost da buka premaši dopušteni nivo-85 dB, radnicima se moraju staviti na raspolaganje sredstva li ne zaštite.
3. Poslodavac mora da obezbedi sredstva li ne zaštite u dovoljnom broju.

Sredstva li ne zaštite biraju se zajedno sa zainteresovanim radnicima i moraju da odgovaraju svakom ponaosob, pri emu se mora voditi ra una i o zaštiti njihovog zdravlja i o njihovoj sigurnosti pri radu.

Sredstva li ne zaštite treba da obezbede da nivo buke (ili maksimalnog zvu nog pritiska) koji prima radnik ne bude ve i od 85 dB.

Li na zaštitna sredstva, primena antifona i epi a za uši, za ve inu poslova na kopu nisu poželjna. Rukovaoci mehanizacije, bagera, buldozera i transporterera sa trakom moraju biti skoncentrisani da pravovremeno odreaguju (uju) uputstva dispe era ili pretpostavljenog u vezi pokretanja ili zaustavljanja opreme, bagera, buldozera ili tra nog transporterera. Tako e je veoma bitno da se mogu pratiti zvu ni signali upozorenja na kopu, pokretanje pojedinih pogona, opasnost za radnike u blizini mesta rada, opasnost od požara i druga razli ita alarmna stanja.

3.4. Normirane vrednosti

Izmereni (merodavni) nivo buke utvrđuje se na osnovu merenja ekvivalentnog nivoa buke, ili samo A-nivoa buke, kojima se dodaju korekcije za različite tipove buke.

a) Kod buke stalnog nivoa (bez impulsa i bez tonova) izmereni (merodavni) nivo je isto što i srednji nivo, meren preciznim fonometrom uz primenu korekcionog filtra sa A-karakteristikom i sa brzim (fast) odzivom u toku mernog intervala. U tabeli broj 1 dato je dopušteno vreme izlaganja buci.

Tabela br. 2: Dopušteno vreme izlaganja buci s obzirom na nivo trajanja buke

Dnevno izlaganje u asovima	Nivo buke u dB
8	85
6	87
4	90
3	92
2	95
1 1/2	97
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115*

b) Kod promenljive buke izmereni (merodavni) nivo je ekvivalentni nivo koji se određuje prema obrascu:

$$L_{eq} = 10 \lg_{10} \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n N_i 10^{0,1 L_{Ai}} \right] \text{dB(A)}$$

gde je:

L_{eq} - ekvivalentni nivo buke u dB

L_{Ai} - nivo zvuka u dB koji odgovara srednjoj vrednosti klasnog intervala i i čija širina može biti

2, 3, 4 ili 5 dB

N_i - broj očitanih mernih rezultata koji pripadaju klasi "i"

N - ukupan broj očitanih mernih rezultata dobijen u toku merenja buke

n - broj klasnih intervala kojima su obuhvaćeni svi izmereni nivoi.

Nivo buke L_{A} meri se preciznim fonometrom, uz primenu korekcionog filtra sa A-karakteristikom i sa brzim odzivom (fast).

v) Kod impulsne buke stalnog ili promenljivog nivoa izmereni (merodavni) nivo određuje se kao u tački 1, odnosno 2, s tim što se umesto preciznog fonometra merenje obavlja pomoću preciznog impulsnog fonometra.

Ako se impulsna buka meri pomoću u preciznog fonometra s brzim odzivom (fast), izmereni (merodavni) nivo se dobija tako što se obračunava unatrag srednjom, odnosno ekvivalentnom nivou dodaje 5 dB.

g) Kod buke s tonovima stalnog ili promenljivog nivoa, izmereni (merodavni) nivo određuje se kao u tekstu pod a) i b), s tim što se obračunava unatrag srednjem, odnosno ekvivalentnom nivou dodaje 5 dB.

d) Kod isprekidane buke određuje se prvi ekvivalentni nivo na isti način kao i za buku promenljivog nivoa. Pored toga, određuje se posebno drugi ekvivalentni nivo i za onaj period kad je buka najveća (kad je stvaraju svi izvori buke). Od ovako određene ekvivalentnog nivoa L_{Aeq} odbija se iznos DL koji zavisi od toga koliko je trajanje najvećeg nivoa u odnosu na mereni interval. Iznosi DL dati su u sledećoj tabeli:

Tabela br.3: Trajanje nivoa buke

Trajanje pojavljivanja buke u odnosu na celo trajanje	50-100%	25-50%	10-25%	10%
Umanjenje DL u dB	0	3	6	10

Između prvog i drugog ekvivalentnog nivoa, kao izmereni (merodavni) nivo buke uzima se veći nivo.

) Kad se buka meri na više merenih mesta, kao rezultat merenja uzima se aritmetička sredina nivoa buke, odnosno ekvivalentnih nivoa buke na pojedinim merenim mestima ako se sve izmerene vrednosti nalaze u opsegu od 6 dB. U protivnom, svi pojedinačni rezultati moraju se dati tabelarno.

e) Rezultati merenja buke, odnosno određivanja ekvivalentnog nivoa buke, dobijeni kao decimalan broj, zaokružuju se na najbliži ceo broj tako što se decimalna cifra manja od 5 odbacuje, a decimalna cifra jednaka ili veća od 5 zaokružuje na prvi sledeći ceo broj.

3.5. Metode analize i procene

Pod štetnom bukom podrazumeva se svaki zvuk čiji nivo, izmeren na određenoj radnoj mestu u radnoj prostoriji u dB, prelazi dopuštene nivoe buke propisane ovim pravilnikom. Štetnim delovanjem buke podrazumeva se buka koja naročito ometa razne vrste delatnosti, neposredno sporazumevanje govorom, posredno sporazumevanje sredstvima komunikacije (telefon, radio i dr.) i primanje zvučnih signala, i koja oštećuje sluh;

Mogućnost pojave nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na površinskom kopu. Izvor buke su rudarske mašine za otkopavanje, transport i pomoćne radove: transporteri sa trakama, kamioni, bageri, utovarači, buldožeri, autocisterne i dr. Na terenu na kome se nalazi ležište površinskog kopa "Tamnava- zapad", ne otkriva se prisutna ugroženost životne sredine od vibracija miniranjem pošto se eksploatacija lignita na ovom površinskom kopu vrši sistemom kontinuiranog dejstva.

Buka od štetnih uticaja vibracija objektivno postoji u pojedinim fazama rada rudarskih mašina i vezana je isključivo za radnu okolinu.

Nivo buke L definisan je jednačinom:

$$L = 20 \lg(p/p_0) = 10 \lg(w/w_0)$$

gde je p - pritisak zvu nog talasanja na mestu sa nivoom L , a $p_0 = 20 \text{ mPa}$, w -intenzitet zvu nog talasanja na mestu sa nivoom L , a $w_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Nivo se izražava jedinicom dB (decibel) ili, pri merenju pomoću uključenog frekvencijskog filtra A, jedinicom dB (decibel A);

Svakodnevna izloženost i prose na nedeljna izloženost buci izrađavaju se, i to:

$$L_{\text{PP,d}} = L_{\text{Aeq,Te}} + 10 \lg_{10} \frac{T_e}{T_0}$$

gde je:

$L_{\text{Aeq,Te}}$ - ekvivalentni nivo - energetska prose na vrednost zvu nog talasa u toku vremenskog intervala "ti" i definisan je jednačinom:

$$L_{\text{Aeq,Te}} = 10 \lg_{10} \left[\frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{p_a(t)}{p_0} \right]^2 dt \right]$$

T_e - dnevno trajanje izloženosti radnika buci

$T_0 = 8 \text{ h} = 28,800 \text{ s}$

$p_0 = 20 \text{ mPa}$

p_A - trenutni i ponderisani akustički pritisak A, izražen u paskalima (Pa), kome je izloženo neko lice pri atmosferskom pritisku u vazduhu, koje može, ali ne mora, da se u toku rada kreće s mesta na mesto.

Akustički pritisak se određuje merenjem na mestima na kojima se u toku rada nalazi radnik, i to u visini njegovih ušiju (član 20 stav 1), po mogućstvu u odsustvu radnika izloženog buci. On se meri tehnikom koja poremećaje u zvučnom polju svodi na najmanju moguću meru.

Ako mikروفon mora da se postavi veoma blizu tela, podešava se tako da se ekvivalentno polje zvu nog pritiska ne promeni.

Pri utvrđivanju svakodnevne izloženosti buci, nivo buke se meri pošto se isključuje korišćenje bilo kakvog ličnog zaštitnog sredstva (koje bi moglo uticati na nivo primljenog zvuka);

b) prose na nedeljna vrednost svakodnevne LEP,n (izloženosti) prema jednačini:

$$L_{\text{EP,n}} = 10 \lg_{10} \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{\text{EP,d}k})} \right]$$

gde su:

($L_{\text{EP,d}k}$)K vrednosti LEP,d za svaki od m radnih dana u posmatranoj nedelji

1) izmereni (merodavni) nivo L_m je nivo koji se izmeri merim instrumentom na određenoj mestu u određeno vreme;

2) izmerene (merodavne) vrednosti L_{mi} su izmerene (merodavne) vrednosti slušajno odabranih kratkotrajnih merenja iz "n" uzoraka;

3) ocenjeni nivo L_r je ekvivalentni nivo koji sadrži i korekciju zbog impulsnog karaktera zvuka i pri kom se uzima u obzir mesto rada i vremensko odvijanje rada, tako da je karakterističan za stvarni rizik radnika pri uobičajenom obavljanju njegovog posla;

4) ocenjeni dnevni nivo L_{rd} odnosi se na izloženost u toku osam osam dnevno ili 28.800s;

5) izloženost je vreme u kom zvuk deluje na radnika u toku radnog dana ili nedelje;

6) indeksom "i" označava se delimični nivo L, koji je karakterističan za vremenski interval t, u kome se nivo menja za manje od 2dB, kao i za nedeljnu izloženost radnika. Koristi se kad radnik nije izložen buci svakog dana u nedelji ili kad buci nije izložen svakog dana u nedelji podjednako. Indeks "K" označava dan u nedelji;

7) dopušteni nivo L_g je ovim pravilnikom propisani nivo za zaštitu radnika od povreda ili zdravstvenog oštećenja ili od prekomernog ometanja na radu zbog buke;

8) trenutni nivo L_p je pri promenljivom zvuku najviši nivo, izmeren pri podešavanju mernog instrumenta na funkciju "vrh" (peak);

9) dopušteni trenutni nivo L_{gp} je ovim pravilnikom propisani nivo pojedinih zvučnih događaja ili vršnih vrednosti (prask, oštar udarac) za zaštitu ušluha od povrede i onda kad mu je radnik izložen samo jednom ili kratko vreme;

10) dinamika mernog instrumenta je dinamika definisana vremenskom konstantom odziva. Pri dinamici "brzo" (fast), vremenska konstanta iznosi 0,125 s, a pri dinamici "polako" - (slow)-1s;

11) prekomerni nivo je nivo koji je veći od granicnih nivoa za zaštitu ušluha od povreda ili zdravstvenog oštećenja zbog buke ili koji ometa obavljanje poslova;

12) lični dozimetar je merni instrument koji radnik u toku rada nosi sa sobom i koji meri L_{Aeq} (ekvivalentnu buku).

3.6. Određivanje mernog intervala

Merni interval se određuje prema tipu buke. Po pravilu, minimalni merni interval mora biti dovoljno dug da obuhvati ceo ciklus promena nivoa posmatrane buke. Kod promenljive buke nivo se u toku dana meri u tri merna intervala, a tokom noći u dva intervala. Maksimalni merni interval je za dan od 6.00 asova do 22.00 asa, a za noć - od 22.00 asa do 6.00 asova.

3.7. Instrumenti za merenje i analizu buke

Merni instrumenti moraju da ispunjavaju zahteve IEC 651 za tip 1 i IEC 804 za integracione merne instrumente kategorije "P".

Za merenje promenljivih nivoa, instrument mora da omogući merenje L_{eq} .

Instrument treba da omogući merenje nivoa sa filterom A, linearnog nivoa, kao i oktavnu analizu u opsegu srednjih frekvencija oktava od 16 Hz do 16 kHz.

3.8. Mere zaštite od buke na površinskom kopu. Polje "D"

Pojava nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na površinskom kopu Polje "D".

U cilju obezbeđenja zaštite radnika i okolnog stanovništva od negativnog uticaja prekomerne buke koja potiče iz tehnološkog procesa površinske eksploatacije potrebno je sistematski sprovesti planirane mere zaštite. Navedene mere obuhvataju:

- kontrolu nivoa buke unutar rudnog kompleksa i okolnih naseljenih oblasti;
- redukciju buke na pojedinačnim postrojenjima i mašinama;
- primenu akustičke zaštite postavljanjem fizičkih barijera ili ograda i
- primenu sredstava lične zaštite zaposlenih na kopu.

Mere zaštite za smanjivanje negativnih uticaja buke na radnu okolinu i životnu sredinu obuhvataju sledeće:

- smanjenje buke na samom izvoru upotrebom tiših mašina ili metoda rada (što bi moglo da doprinese izbegavanju izrade skupih i obimnih barijera kao i sužavanju operativnog prostora i pojave problema u vezi sa tim);
- rasporedu i upotrebi opreme posvetiti izvesnu pažnju, kako bi ista bila što dalje locirana od zona osetljivih na buku (iako je raspored opreme i pristupnih puteva deo planskih aktivnosti, dnevni položaj opreme na odre enoj lokaciji i na in na koji se ista koristi treba da bude pod estom kontrolom nosioca bu nih aktivnosti, kako bi ovaj odigrao aktivniju ulogu u snižavanju iste);
- modifikovanje postoje ih postrojenja i opreme (uz saglasnost proizvo a a);
- potreba za snižavanjem buke treba da je široko oglašavana i stalno isticana;
- pravilno i efikasno održavanje od strane obu enih osoba može mnogo redukovati buku koja potie od strane upotrebljene mehanizacije i opreme na površinskom kopu;
- motore rudarske mehanizacije treba, ukoliko ve nisu, opremiti prigušiva ima, održavati u dobrom stanju i koristiti shodno preporukama proizvo a a da bi se spre ilo stvaranje prekomerne buke;
- ukoliko nivo buke u naseljima u okruženju kopa prelazi zakonom dozvoljene vrednosti potrebno je postaviti barijere za smanjenje buke izme u površinskog kopa i naselja;
- ako je prakti no mogu e i izvodljivo treba ograditi izvore buke što direktno zavisi od prirode izvora;
- ograni iti odre ene operacije na posebne delove lokacije;
- potrebno je obezbediti opremu za zaštitu sluha operatera – rukovaoca mašinama od štetnih posledica prekomerne buke.

Rudarska oprema koja se koristi pri površinskoj eksploataciji na P.K. Polje “D” predstavlja zna ajan izvor buke koja može biti smanjena primenom odre enih mera uz konsultacije sa proizvo a em. Navedene mere odnose se na:

- prilago avanje i modifikaciju izduvnih grana i auspuha motora mašina u cilju snižavanja nivoa buke;
- akustiko izolovanje metalnih delova opreme;
- ogrivanje mašina i ure aja i dr.

Edukacija zaposlenih je vrlo važna u kontekstu informisanosti radnika o potrebi smanjivanja nivoa buke na propisima definisane vrednosti i o štetnosti po zdravlje izloženosti preteranoj buci.

Tako e je zna ajna i obuka radnika u oblasti održavanja opreme u ispravnom stanju i regularnom radu, kao i potrebe i na ina koriš enja li nih sredstava za zaštitu od buke.

4. ZAKLJU AK

U svim fazama eksploatacije na površinskom kopu Polje “D” postoji pojava nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama. Izvori buke su rudarske mašine za otkopavanje, transport i pomo ne radove: bageri, utovariva i, buldozeri, transporteri sa trakom, kamioni, autocisterne itd.

Propisima o zaštiti od buke, obuhva en je sistem mera (tehni kih, organizacionih) za zaštitu od buke. Aktom o proceni rizika predvi ene su mere zaštite zdravlja radnika koje obuhvataju i ovaj kriterijum, tj. štetan uticaj prekomerne buke pri obavljanju poslova na površinskom kopu, pri emu se poštuje razli itost struka i poslova pri redovnim radnim aktivnostima.

Od pravilnog izbora opreme, tehnologije i eksploatacije mašina, održavanja, kontrole nivoa buke unutar rudni kog kompleksa i okolnih naseljenih oblasti, postavljanja barijera za smanjenje buke izme u površinskog kopa i naselja, ograničavanja izvora buke (što direktno zavisi od prirode izvora) i primene mera li ne zaštite zavise uslovi komfora i osećanja zaposlenih i njihovog okruženja.

Sama ta činjenica nameće da ovako kompleksna problematika zahteva da pored napred navedenih mera i predloga treba imati i jedan novi pristup u analizi, planiranju i sprovođenju mera zaštite od buke kako u radnim okolinama tehnoloških sistema površinske eksploatacije tako i u životnoj sredini u kojoj se nalaze ovi rudarski kompleksi uz stalni zadatak da potreba za snižavanjem buke treba da bude široko oglašavana i stalno isticana.

Literatura

- [1] *Lili N.*: Buka i vibracije u udarstvu ; Rudarsko-geološki fakultet, Univerziteta u Beogradu, 2005 god.
- [2] Zbirka propisa iz rudarstva u Republici Srbiji - Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 1999 god.
- [3] Pravilnik o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama Sl.list SRJ 21/92
- [4] Pravilnik o dozvoljenom nivou buke u životnoj sredini, Sl.gl.R.S. 54/92
- [5] Pravilnik o granicnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka, Sl.gl.R.S. 54/92
- [6] *Miljković M.*: Komentar zakona o bezbednosti i zdravlju na radu sa priložima, Beograd, 2005 god.

*Mirko Ivkovi *, Jovo Miljanovi **, Ljubica Figun**, Žarko Kovačević **,*

SISTEMATIZACIJA POVREDA NA RADU U PODZEMNIM RUDNICIMA UGLJA U SRBIJI U 2013. GODINI

Izvod

U radu je izvršena detaljna analiza povreda u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji koje su se dogodile u 2013. godini. Povrede su analizirane brojno po kategorijama a i težini, mestima nastanka, uzrocima, po delovima tela, kvalifikacionoj i starosnoj strukturi i po organizacionim faktorima, te su na osnovu vrednosti istih date odgovarajuće tehničke preporuke za preduzimanje adekvatnih mera u cilju poboljšanja sigurnosti.

Ključne reči: rudnik, uglj, zaštita na radu, povrede

1. UVOD

Rad na dobijanju uglja sistemom podzemne eksploatacije povezan je sa nizom opasnosti po zdravlje i život zaposlenih, a koje su:

- prisustvo i iznenadne pojave raznih eksplozivnih, otrovnih i zagušljivih gasova,
- moguće potencijalne opasnosti od izbijanja požara i eksplozija po karakteru i inenzitetu,
- iznenadni prodori podzemnih i površinskih voda i mulja,
- velike i izmenjive temperaturne i mikroklimatske promene uslova rada,
- skućen radni prostor, pod vešta kim i nedovoljnim osvetljenjem, u uslovima povećane buke i vibracije,
- opasnosti od zarušavanja i zatrpavanja radnog prostora i dr.

Svi ovi faktori uglavnom su neprestano prisutni pa su neophodni značajni naponi da se njihov uticaj smanji, odnosno eliminiše. Međutim i pored preduzimanja tehničkih mera mogući su opasni i štetni delovanja faktora na uslove rada zaposlenih i nastanak udesa i povreda zaposlenih se ne isključuju.

Uže područje istraživanja u ovom radu su podzemni rudnici uglja u Srbiji, a kao izvor podataka korišćeni su podaci iz mesečnih i godišnjih izveštaja o povredama, što je statistički obrađeno i analizirano.

U Srbiji se tehnološkim procesima podzemne eksploatacije otkopavaju slojevi kamenog, mrkog i mrkolignitskog uglja u 11 jama, pri čemu se za otkopavanje primenjuju stubni i stubno-komorni sistemi otkopavanja u različitim varijantama. Uglavnom se radi o otkopavanju debelih ugljenih slojeva što ima značajnog uticaja na sigurnost i zaštitu zaposlenih.

* JP PEU Resavica

** Univerzitet u Banja Luci, Rudarski fakultet u Prijedoru

2. POVREDE I KOLEKTIVNI UDESI U RUDNICIMA

Tehnološki proces podzemne eksploatacije uglja obuhvata niz radnih operacija me usobno povezanih i uskla enih u vremenu i prostoru od istraživanja otvaranja, pripreme, otkopavanja, transporta, izvoza i prerade kao glavnih procesa i prate ih: ventilacije, odvodnjavanja, dopreme i otpreme repromaterijala, prevoza zaposlenih i dr. Savremeni rudnik predstavlja kompleksan proizvodni sistem na otkopavanju i preradi uglja, u kome me usobno deluju složeni radni procesi. Kod projektovanja jednog ovako složenog proizvodnog sistema uzimaju se u obzir savremena dostignu a nauke i tehnike, vode i ra una o njihovoj adaptivnosti sa uslovima radne sredine.

Kolektivni udesi i pojedina na povre ivanja mogu biti posledica niza uticajnih faktora, odnosno uzroci nastanka povre ivanja mogu se svrstati u tri grupe i to:

- prirodne, koji su zavisni od prirodno-geoloških uslova u ležištu,
- tehni ko-tehnološke, koji zavise od nivoa primenjene tehnike i tehnologije,
- subjektivne, zavisne od u esnika u procesu rada.

Svi navedeni uzroci i izvori povreda u direktnoj su prostornoj i vremenskoj vezi, što prakti no zna i da povrede na radu i kolektivni udesi nastaju kao rezultat nepovoljnog sadejstva faktora iz sve tri pomenute grupe uzro nika. U cilju definisanja sfere uticaja u realnoj situaciji i pravilnog usmeravanja preventivne aktivnosti, svaka grupa mogu ih uzro nika mora se detaljno raš laniti i posebno posmatrati i analizirati.

Kada se rešava svaki realan problem zaštite i sigurnosti rada u rudniku, prirodno i tehni ke-tehnološke faktore nužno je maksimalno analizirati i realno oceniti mogu a negativna dejstva na funkcionisanje tehnološkog procesa i nastanak potencijalnih opasnosti za zaposlene. Na taj na in jedino je mogu e smanjiti nivo opasnosti ili ih potpuno eliminisati, kako greška (nedostatak pažnje, nepravilan rad...) zaposlenih ne bi mogla dovesti do aktiviranja te opasnosti i povu i za sobom neželjene posledice.

Naime u literaturi navodi se da ak preko 80% uzroka povreda ini ljudski faktor. No, injenica je da se razvojem tehnike i tehnologije, kao i sredstava kolektivne i li ne zaštite smanjuje broj povreda na radu, a kolektivni udesi zna ajno eliminišu. Tako e, treba imati u vidu da savremena tehni ka sredstva zahtevaju viši obrazovani i stru ni nivo zaposlenih, a samim tim se poboljšava shvatanje i odnos prema sigunosti i tehni koj zaštiti u podzemnim rudnicima uglja.

3. ANALIZA POVRE IVANJA U 2013. GODINI

Prikaz povreda u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji u 2013 godini je prikazan u tabelama 1-10, dok je u tabeli 11. dat prikaz izgubljenih nadnica radi povreda i bolovanja. U 2013. godini ostvarena je proizvodnja uglja od 601.439 tku, uz izra enih 463.280 jamskih i ukupno 733.144 nadnica.

Detaljna analiza povre ivanja zaposlenih u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji ukazuje na niz slabosti postoje ih tehnoloških procesa eksploatacije, a koji za posledicu imaju visoku u estalost povre ivanja i nesigurnu radnu okolinu.

Pored iskazivanja broja povreda po rudnicima i njihovog razvrstavanja po težini (lake, teške, smrtne i ukupno) kategorizacija povreda se može iskazati i putem drugih pokazatelja. Dobijeni

rezultati istraživanja po različitim faktorima i po rudnicima za 2013. godinu prikazani su u narednom tabelarnom pregledu.

Tabela 1. Povrede po težini

Rudnik	Težina povrede			
	Lake	Teške	Smrtne	Ukupno
Vrška uka	15	-	-	15
Ibarski rud.	5	1	-	6
Rembas	142	20	1	163
Bogovina	22	3	-	25
Soko	83	4	1	88
Jasenovac	19	5	-	24
Lubnica	38	1	-	39
Štavalj	55	6	-	61
Aleksinac	99	9	-	109
Ukupno PEU	479	49	2	530

Tabela 2. Povrede po tehnološkim fazama rada u jami

Rudnik	Tehnološke faze rada u jami							
	Otkopa- vanje	Pri- prema	Održa- vanje	Tran- sport	Dopre- ma	JVŽ	Jamske prost.	Ukupno
Vrška uka	-	1	4	4	2	-	1	12
Ibarski rud.	-	-	2	-	1	-	-	3
Rembas	21	16	4	24	21	9	35	130
Bogovina	4	2	4	-	3	-	10	23
Soko	9	11	9	13	28	-	3	73
Jasenovac	6	10	-	-	1	-	5	22
Lubnica	6	8	3	4	5	-	8	34
Štavalj	9	6	1	6	7	-	26	55
Aleksinac	3	62	8	2	22	-	12	109
Ukupno PEU	58	116	35	53	90	9	100	461



Tabela 3. Povrede po kvalifikacionoj strukturi

Rudnik	Kvalifikaciona struktura zaposlenih						Ukupno
	VSS	SSS	VKV	KV	PK	NK	
Vrška uka	-	-	-	7	2	6	15
Ibarski rud.	-	-	-	2	1	3	6
Rembas	-	5	5	62	32	59	163
Bogovina	-	2	-	13	3	7	25
Soko	-	2	-	31	15	40	88
Jasenovac	-	-	-	11	7	6	24
Lubnica	-	1	1	16	5	16	39
Štavalj	-	2	-	26	5	28	61
Aleksinac	-	2	2	55	27	23	109
Ukupno PEU	-	14	8	223	92	193	530

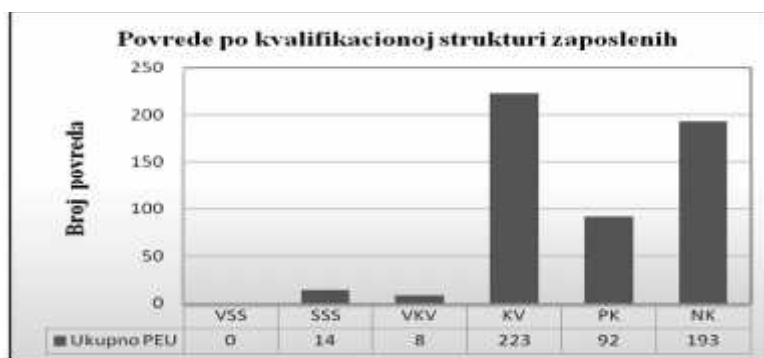


Tabela 4. Povrede po delovima tela

Rudnik	Povre eni delovi tela								Ukupno
	Glava	Lice	Oko	Unutr. organi	Ruka	Noga	Grudi i le a	Ostalo	
Vrška uka	-	1	-	1	7	6	-	-	15
Ibarski rud.	-	-	-	-	4	2	-	-	6
Rembas	14	11	2	2	58	65	11	-	163
Bogovina	-	1	-	-	14	3	2	5	25
Soko	7	-	1	1	34	35	10	-	88
Jasenovac	3	-	-	-	9	9	1	2	24
Lubnica	4	3	3	-	11	14	-	4	39
Štavalj	7	1	2	-	17	26	2	6	61
Aleksinac	7	1	1	-	42	38	17	3	109
Ukupno PEU	42	18	9	4	196	198	43	20	530



Tabela 5. Povrede po izvoru povre ivanja

Rudnik	Izvori povre ivanja							Ukupno
	Mašine i del.	Elektro oprema	Transp. sredstva	Podgrada	Uže	Pad	Ostalo	
Vrška uka	-	1	2	2	1	4	5	15
Ibarski rud.	-	-	2	-	-	1	3	6
Rembas	50	7	-	18	3	28	57	163
Bogovina	4	2	2	10	-	3	4	25
Soko	6	2	5	23	-	3	49	88
Jasenovac	7	-	1	1	-	1	14	24
Lubnica	2	-	4	5	-	11	17	39
Štavalj	14	4	1	6	-	18	18	61
Aleksinac	25	3	-	35	-	21	25	109
Ukupno PEU	108	19	17	90	4	90	47	530

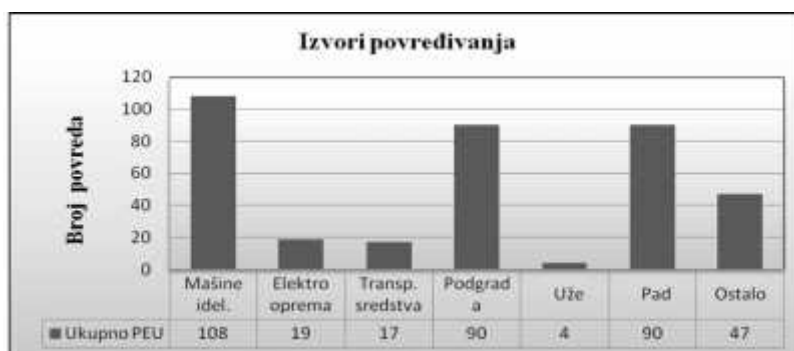


Tabela 6. Povrede prema starosnoj strukturi

Rudnik	Godine starosti							Ukupno
	20-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	50	
Vrška uka	2	-	2	4	2	3	2	15
Ibarski rud.	2	1	-	1	1	-	1	6
Rembas	25	34	18	19	27	18	22	163
Bogovina	3	1	2	7	9	2	1	25
Soko	3	8	22	22	14	14	5	88
Jasenovac	-	7	3	7	5	1	1	24
Lubnica	-	7	3	4	12	8	5	39
Štavalj	9	11	10	13	7	5	6	61
Aleksinac	5	10	17	21	20	15	21	109
Ukupno PEU	49	79	77	98	97	66	64	530

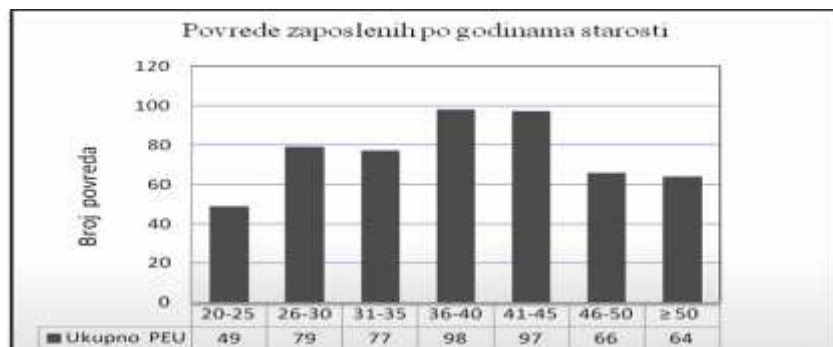


Tabela 7. Povrede po mesecima u godini

Rudnik	Meseci												Ukupno
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Vrška uka	2	1	4	1	-	2	2	1	-	-	1	1	15
Ibarski rud.	-	-	-	-	-	2	-	-	1	3	-	-	6
Rembas	10	15	19	11	15	14	15	12	10	13	13	16	163
Bogovina	4	2	5	-	-	2	3	3	3	-	1	2	25
Soko	4	6	7	11	1	10	7	9	6	13	7	7	88
Jasenovac	3	-	2	2	1	1	6	2	4	2	1	-	24
Lubnica	1	5	4	5	5	4	2	3	1	7	1	1	39
Štalvaj	3	1	4	4	8	4	3	4	10	5	7	8	61
Aleksinac	4	14	9	16	6	10	5	10	6	12	8	9	109
Ukupno PEU	32	44	54	30	35	49	43	43	41	56	40	44	530

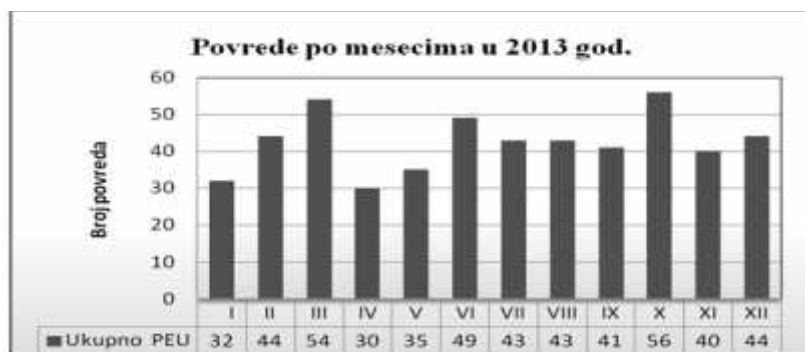


Tabela 8. Povrede po danima u nedelji

Rudnik	Dani u nedalji							Ukupno
	Ponedeljak	Utorak	Sreda	etvrtak	Petak	Subota	Nedelja	
Vrška uka	2	3	6	2	1	1	-	15
Ibarski rud.	-	1	2	-	1	-	2	6
Rembas	29	20	32	17	18	22	25	163
Bogovina	6	4	1	4	5	5	-	25
Soko	8	10	15	14	14	12	15	88
Jasenovac	3	2	3	5	4	1	6	24
Lubnica	4	6	8	5	5	7	4	39

Štavalj	9	11	8	9	6	7	11	61
Aleksinac	15	17	18	13	19	14	13	109
Ukupno PEU	76	74	93	69	73	69	76	530

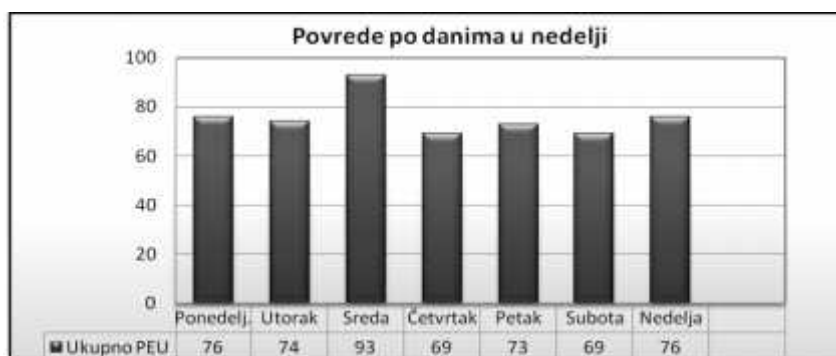


Tabela 9. Povrede po smenama

Rudnik	Smena			
	I	II	III	Ukupno
Vrška uka	11	2	2	15
Ibarski rudnici	3	2	1	6
Rembas	19	50	34	163
Bogovina	13	8	4	25
Soko	28	33	27	88
Jasenovac	16	7	1	24
Lubnica	17	11	11	39
Štavalj	23	27	11	61
Aleksinac	34	43	32	109
Ukupno PEU	224	183	123	530

Tabela 10. Povrede prema radnim satima

RUDNIK	Radni sati u smeni								Ukupno
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Vrška uka	1	2	1	3	4	3	1	-	15
Ibarski rud.	-	3	-	2	-	-	1	-	6
Rembas	12	25	25	30	19	20	24	8	163
Bogovina	2	3	6	8	3	2	1	-	25
Soko	7	5	19	14	6	18	10	9	88
Jasenovac	3	5	3	5	5	3	-	-	24
Lubnica	4	9	3	9	4	5	5	-	39
Štavalj	3	6	10	15	14	9	3	1	61
Aleksinac	6	15	13	30	17	23	5	-	109
Ukupno PEU	38	73	80	116	72	83	50	18	530

Tabela 11. Pregled izgubljenih nadnica radi bolovanja u rudnicima JP PEU u 2013. godini

VRSTA BOLOVANJA	VRŠKA UKA			IBARSKI RUDNICI			REMBAS		
	Jama	Spolja		Jama	Spolja		Jama	Spolja	
Do 30 dana	915	804	1.719	2.287	852	3.139	12.394	2.561	14.955
Radi povreda	188	51	239	104	35	139	2.890	317	3.207
Radi bolesti	727	753	1.480	2.183	817	3.000	9.504	2.244	11.748
Preko 30 dana	261	139	400	507	267	774	2.483	1.263	3.746

Radi povreda	166	32	198	141	121	262	1.402	365	1.767
Radi bolesti	95	107	202	366	146	512	1.081	898	1.979
UKUPNO	1.176	943	2.119	2.794	1.119	3.913	14.877	3.824	18.701

Nastavak table 11

VRSTA BOLOVANJA	BOGOVINA			SOKO			JASENOVAC			LUBNICA		
	Jama	Spolja		Jama	Spolja		Jama	Spolja		Jama	Spolja	
Do 30 dana	4.245	904	5.149	5.329	2.045	7.374	2.813	1006	3.819	2.548	896	3.444
Radi povreda	605	85	690	1.725	186	1.911	510	122	632	574	24	598
Radi bolesti	3.640	819	4.459	3.604	1.859	5.463	2.303	884	3.187	1.974	872	2.846
Preko 30 dana	919	542	1.461	2.204	735	2.939	765	163	928	2.073	495	2.568
Radi povreda	418	92	510	1.380	136	1.516	492	39	531	889	-	889
Radi bolesti	501	450	951	824	599	1.423	273	124	397	1184	495	1.679
UKUPNO	5.164	1.446	6.610	7.533	2.780	10.313	3.578	1.169	4.747	4.621	1.391	6.012

Nastavak table 11

VRSTA BOLOVANJA	ŠTAVALJ			ALEKSINAC			UKUPNO JP PEU		
	Jama	Spolja		Jama	Spolja		Jama	Spolja	
Do 30 dana	5.221	2.693	7.914	9.772	545	10.317	45.524	12.306	57.830
Radi povreda	1.541	112	1.653	6.361	132	6.493	14.498	1.064	15.562
Radi bolesti	3.680	2.581	6.261	3.411	413	3.824	31.026	11.242	42.268
Preko 30 dana	49	13	62	843	233	1.076	10.104	3.850	13.954
Radi povreda	-	-	-	-	-	-	4.888	785	5.673
Radi bolesti	49	13	62	843	233	1.076	5.216	3.065	8.281
UKUPNO	5.270	2.706	7.976	10.615	778	11.393	55.628	16.156	71.784

Iz prezentiranih podataka izvršene analize o to je da najveći broj povreda proističe iz nepažljivosti i nesigurnosti na radu pri radovima otkopavanja i izrade rudarskih podzemnih prostorija. Neobičajeno je visok broj povreda u tehnološkim fazama transporta iskopine i dopreme repromaterijala, a koje su uglavnom mehanizovane, što ukazuje na subjektivne propuste. Ovo ukazuje i da udarni pravac u smanjenju pojedinačnih povreda u rudnicima treba da se usmeri ka povećanju mehanizovanosti radnih faza i poboljšanju uslova rada zaposlenih.

Kada su u pitanju povrede po kvalifikacionoj strukturi vidi se da se najveći broj povreda dogodio kod NK I KV zaposlenih radnika, s tim što je potrebno ista i da je kod nekvalifikovanih, polukvalifikovanih i kvalifikovanih radnika broj povreda proporcionalno srazmjeran broju zaposlenih.

Što se tiče opasnosti od udesa i kolektivnih ugrožavanja neophodno je dosledno sprovođenje propisanih mera zaštite pri radu u uslovima pojava metana i opasne ugljene prašine, ugroženosti od egzogenih požara i rukovanju eksplozivnim sredstvima.

Razmatranjima prirodno-geoloških uslova i mogućnosti pojava kolektivnog ugrožavanja po rudnicima može se ista i da u ležištu uglja rudnika „Soko” postoje određena ograničenja proistekla iz postojanja fenomena izboja i izdvajanja visokih koncentracija metana i nerešenog sistema otkopavanja. Ove nepovoljnosti iziskuju primenu posebnog režima rada (intenzivno informativno bušenje, primena sistema ADK, pojedinačna operativna kontrola gasnih, ventilacionih i požarnih parametara) što je propisana obaveza.

Opšta konstatacija za sve rudnike je nizak stepen mehanizovanosti i zastarela tehnologija što daje niske proizvodne efekte i problematiku ekonomičnost. Udeo teškog fizičkog rada je značajan tako da su povrede mogući povredama zaposlenih.

Praktično od 1992. godine u radu nije bilo ni jednog mehanizovanog širokog otkopa, a nisu nabavljene ni mašine za mehanizovanu izradu jamskih prostorija (kombajni, utovarne mašine, mašine za bušenje), kao i oprema za dodatno osiguranje jamskih prostorija (sidrenje, prskani beton i drugo):

Poslednjih 10-ak godina izostali su u potrebnom obimu istražni radovi tako da je stepen istraženosti relativno nizak za pravilno usmeravanje eksploatacionih rudarskih radova u jamama, a što je bilo posebno izraženo u 2013. godini.

Zbog nekompletnih i nepouzdanih tehničkih podloga za projektovanje dolazilo je do manjkavosti projektnih rešenja a time i do estih izmena koncepcije izvornog radova, što je također imalo odraza na razvoj rudnika i povećanja problema sigurnosti i bezbednosti.

4. ZAKLJUČCI SA PREDLOZIMA TEHNIČKIH MERA

Podzemna eksploatacija uglja po svojoj prirodi je nosilac potencijalnih opasnosti od udesa pojedinačnih povreda zaposlenih, a ako se tome pridoda slaba opremljenost i nedovoljna obuka zaposlenih radnika u rudnicima znatno se povećavaju rizici po zaposlene.

Uslov za smanjenje broja povreda zaposlenih radnika svakako je povećanje opšte sigurnosti u podzemnim objektima rudnika JP PEU, odnosno poboljšanje nivoa bezbednosti i zdravlja zaposlenih za šta je potrebno sistematski i dosledno sprovoditi propisane i projektovane mere zaštite, a koje se sastoje od preventivnih i trenutnih mera

Veliki broj povreda u tehnološkim fazama transporta iskopine i dopreme repromaterijala, a koje su uglavnom mehanizovane, ukazuje na potrebu povećanja radne i tehnološke discipline. Ovo ukazuje da u cilju smanjenja pojedinačnih povreda u rudnicima osnovne aktivnosti treba usmeriti ka povećanju mehanizovanosti radnih faza i poboljšanju obuke zaposlenih.

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja omogućeno je sveobuhvatno sagledavanje uzoraka, izvora, načina i posledica povreda zaposlenih, a u cilju blagovremnog preduzimanja adekvatnih mera zaštite, odnosno bezbednosti i zdravlja zaposlenih u rudnicima JP PEU.

Literatura

1. Ivkovi M., Ostoji M., uzovi M., Miljanovi J.: „Analiza uticaja prirodno-geoloških uslova na ugrožavanje zaposlenih u rudnicima uglja JP PEU“, Zbornik radova „Savetovanje o zaštiti na radu, poboljšanju uslova rada i preduzimanja širih mera humanizacije rada radnika u energetici Jugoslavije“, Vrnja ka Banja, 1997.
2. Miljanovi J.: „Uticajni faktori na realizaciju proizvodnje uglja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom Republike Srbije“, asopis “Rudarski radovi” Resavica, 2001.
3. Ivkovi M., Mladenovi A.: “Osavremenjavanje podzemne eksploatacije uglja u cilju pove anja proizvodnje i zaštite zaposlenih“, asopis “Rudarski radovi“, br.1/2001, Resavica, 2001.
4. Stjepanovi M.: „Stanje sigurnosti i tehni ka zaštita u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom uglja u Srbiji“, asopis “Rudarski radovi“ br. 1/2001, Resavica, 2001.
5. Ivkovi M.: „Strategija razvoja rudnika sa podzemnom eksploatacijom u Srbiji u uslovima restrukturiranja“, asopis “Rudarski radovi“, br.2/2001, Resavica, 2001.
6. Miljanovi J., Kova evi Ž., Toši D.: „Rezultati primene tehnologije podgra ivanja AT vise om podgradom u RMU „Soko“, asopis “Rudarski radovi“ br. 2-3/2013, Resavica, 2013.
7. Ivkovi M.: „Uticaj primenjenih sistema otkopavanja ugljenih slojeva na nastajanje ugroženosti zaposlenih u PPS JP PEU“, Zbornik radova Savetovanja sa me unarodnim u eš em, Vrnja ka Banja, 1998.
8. Ivkovi ., Miljanovi J.: „Stanje zaštite i ocena ugroženosti eksplozivnom ugljenom prašinom“, Zbornik radova “Savetovanje o zaštiti na radu“, Vrnja ka Banja, 1997.
9. Ivkovi M., Miljanovi . J.: „Parametri uticajni na životnu sredinu u rudniku „Soko“ – Sokobanja“ asopis “Rudarski radovi“ , br.2/2009, Bor, 2009.
10. Ivkovi M.: „Sistem degazacije kao preventivna zaštita pri radu u izbojnoj radnoj sredini u rudnicima uglja“, asopis Arhiv za tehni ke nauke, Bijeljina, 2010.
11. Ivkovi M.: „Ugroženost podzemnih rudnika uglja endogenim požarima“, asopis Arhiv za tehni ke nauke. Godina III-br.3. Bijeljina, 2010.
12. Ivkovi M., Miljanovi J.: „Istraživanje uzroka i posledica povre ivanja zaposlenih u jamama RMU “Rembas“ – Resavica za period 2000-2010”, II Simpozijum sa me unarodnim u eš em “Rudarstvo 2011“, V. Banja, 2011.
13. Ivkovi M., Ljubojev M., Mladenovi A.: „Uticaj podzemne eksploatacije uglja na ugrožavanje životne sredine“ asopis “Rudarski radovi“ br.1/2001, Resavica, 2001.

UDK:622.272:622.283.4(045)=861

Slobodan Kokeri *,Radoja Ranko*,Dragan Jokovi *,Nenad Radosavljevi **,

EKONOMSKI EFEKTI UNAPREĐENJA TEHNOLOGIJE PODGRADNJE IVANJA ETAŽNIH HODNIKA U RMU „SOKO“ – SOKOBANJA

Izvod

Izrada etažnih hodnika u RMU „Soko“ zasnovana je na tehnologiji bušako – minerskih radova, a tehnologija podgradnje ivanjanja na elinonj – lu noj podgradni. Primenjena tehnologija podgradnje ivanjanja pored dobrih strana ima i značajne nedostatke kao što je otežana doprema materijala do mesta ugradnje (eladirilišta), fizički zahtevna za manipulaciju elinonjih segmenata pri ugradnji, visoka cena nabavke elika što uslovljava i visoku cenu izrade etažnih hodnika.

Unapređenje postojećeh tehnologijeh podgradnje ivanjanja, primenom AT vise eh podgrade u kombinaciji sa elinonlu nom podgradom, ima zadatak da spreči širenje deformacija po dubini masiva što za rezultat ima povećanu stabilnost i nižu cenu izrade etažnih hodnika. U završnom delu rada, prikazani su ekonomski pokazatelji i ocena mogućih efekata primene AT vise eh podgrade.

Ključne reči: tehnologija podgradnje ivanjanja, AT vise eh podgrade, stabilnost, etažni hodnici.

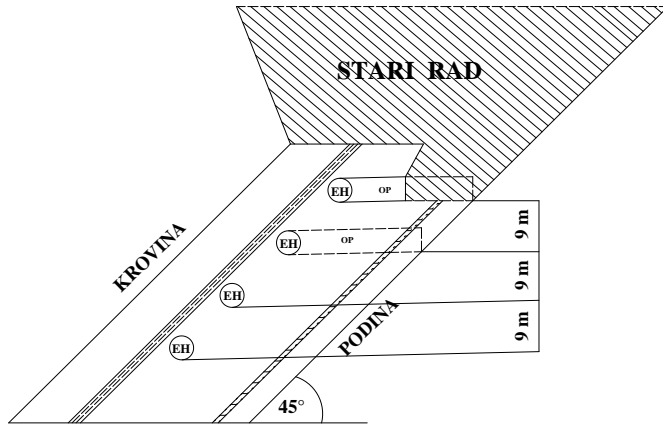
1. UVOD

U rudniku mrkog uglja „Soko“ u primeni je „Stubno – komorna metoda sa prečnim otkopima, obaranjem krovnog uglja i zarušavanjem krovine“. Eksploatacija uglja po otvaranju ležišta počinje izradom prostorija osnovne pripreme, odnosno etažnih hodnika. Ovim hodnicima se obezbeđuje pristup otkopima kao osnovnim proizvodnim jedinicama, a stvaraju se uslovi i za normalno funkcionisanje procesa transporta uglja, dopreme reprodukcioniog materijala, ventilacije, kao i drugih osnovnih ili pomoćnih faza tehnološkog procesa otkopavanja. Od njihove funkcionalne sposobnosti zavisi stabilnost i pouzdanost ostvarivanja proizvodnih kapaciteta i eksploatacije ležišta u celini. Na slici 1 prikazan je presek ugljenog sloja rudnika Soko, na kome je prikazan položaj etažnih hodnika (EH).

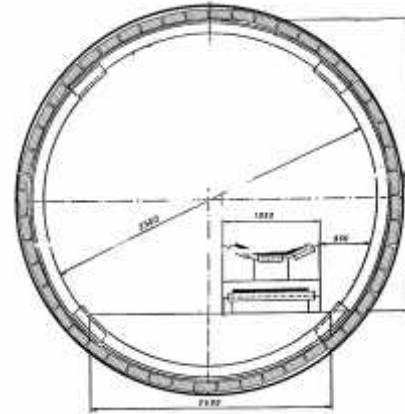
Etažni hodnici se izrađuju tehnologijom bušako – minerskih radova. Ove prostorije su horizontalne i lociraju se u krovinskom delu ugljenog sloja (neposredno ispod proslojka laporca, takozvanog „belca“). Kružnog su poprečnog preseka, prečnika 3,5 m (slika 2). Podgradnja se kružnom elinonlu nom podgradom na međuosnom rastojanju okvira od 0,5 – 0,8 m, a u zavisnosti od stanje ugljenog sloja i manifestacija jamskih pritisaka. Prostor između ugrađenih elinonlu njih okvira, zalaže se drvenim zalaga ima.

*RMU „Soko“, Sokobanja

**Rudarski institut, Beograd



Sika: 1 Popre ni presek ugljenog sloja ležišta RMU Soko



Sika: 2 Popre ni presek etažnog hodnika

Tehnologija podgra ivanja eli no – lu nom podgradom je izuzetno zahtevna i tehnološki prevazi ena tehnološka disciplina. Nedostatci primene ove tehnologije su:

- teško e pri dopremi eli ne podgrade do mesta ugradnje (velika masa, manipulacija velikim gabaritima u malom prostoru, složena konfiguracija trase ži are, rad na velikim dubinama),
- esta i skupa zamena deformisanih eli njih okvira (prerada –rekonstrukcija etažnih hodnika) zbog manifestacija jamskih pritisaka,
- znatno u eš e teškog manualnog rada na ugradnji eli ne podgrade,
- visoka cena elika i
- visoka jedini na cena dužnog metra etažnog hodnika.

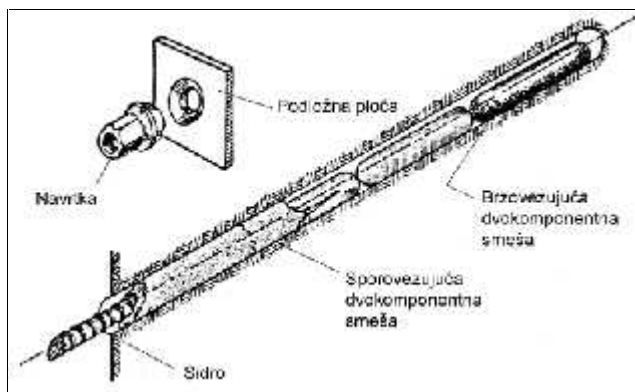
Posebno treba ista i injenicu da e se problemi u vezi sa dopremom materijala i rekonstrukcijom etažnih hodnika eskalirati sa pove anjem dubine na kojoj se vrši otkopavanje.

U cilju rešenja navedenih nedostataka i unapre enja tehnologije podgra ivanja, detetktovana je AT vise a podgrada kao savremena tehnologija, ijom bi se primenom u znatnoj meri unapredilo fizi ko stanje etažnih hodnika. AT vise a podgrada bi omogu ila znatnu uštedu skupe eli ne podgrade, postizanje ve e stabilnosti etažnih hodnika pa samim tim i smanjenje održavanja ovih prostorija, jednostavniju tehniku podgra ivanja i humaniji rad rudara. Tako e, ostvarila bi se i znatno niža cena izrade podzemnih prostorija.

2. OPIS AT VISE I PODGRADE

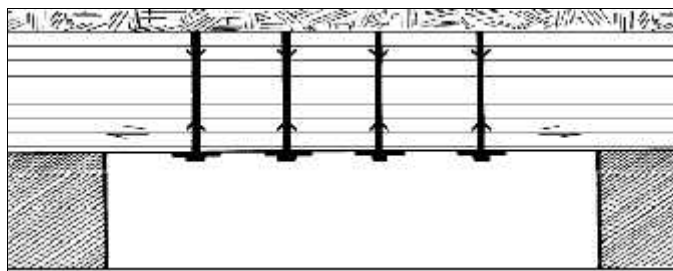
Delovanje ove vrste vise i podgrade zasnovano je na principu sprečavanja širenja deformacija po dubini masiva, a posebno u uslojenim i ispučalim sredinama odnosno u slojevima uglja sa parketnom strukturom. Ugradnjom ankera stvara se zona ojačanog masiva oko podzemne prostorije. Zbog toga se može reći da je AT vise i podgrada aktivna podgrada, odnosno ona stupa u dejstvo pre nego što se kontura podzemne prostorije deformiše. Sa druge strane, čelična podgrada je pasivna podgrada, odnosno prima opterećenja posle deformisanja masiva i konture prostorije. Sredina u koju je ugrađena AT vise i podgrada, odnosno neposredna okolina podzemne prostorije, može se posmatrati kao sredina sa promenjenim (poboljšanim) fizičko – mehaničkim karakteristikama što je od posebne važnosti pošto se upravo u tim zonama stvara koncentracija napona koja izaziva deformacije konture podzemne prostorije.

Osnovni element AT vise i podgrade je anker ili sidro, izrađeno od armaturnog gvožđa. Pri ugradnji ovog tipa ankera u bušotinu se prvo postavljaju patrone sa epoksidnom smolom, tj. dvokomponentnom smešom, pri čemu jednu komponentu predstavlja smola, a drugu katalizator. Karakteristika ove smeše je da pri sjedinjavanju komponenti dolazi do njenog otvrdnjavanja. Anker se tokom ugradnje potiskuje u bušotinu uz rotiranje, pri čemu se patrone komponenti cepaju i dolazi do njihovog sjedinjavanja i otvrdnjavanja. Posle otvrdnjavanja smeše vrši se zatezanje navrtke.



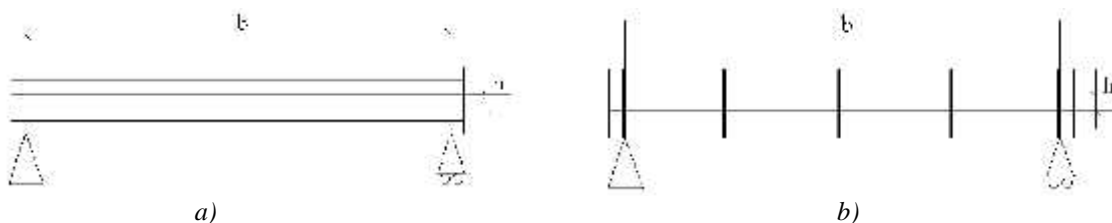
Slika 3: AT Sidro sa kontinualnim uvršćenjem bazirano na dvokomponentnoj smeši

Kontakt celom dužinom bušotine i naknadno zatezanje zavrtnja (momentom i do 200 Nm generiše silu koja je u pravcu ose sidra) je od ključnog značaja za sprečavanje širenja deformacija po dubini masiva. U većini slučajeva AT ankerima nije moguće dosegnuti stabilnu visoku krovinu. Međutim, iskustvo je pokazalo da se i u ovakvim situacijama AT vise i podgrada može primeniti sa velikim uspehom. Objasnjenje za ovo leži u činjenici da deformisanje i raslojavanje neposredne krovine izaziva pomeranja u vertikalnoj i horizontalnoj ravni, tako da ugradnja AT ankera u ovakvu sredinu sprečava ili u velikoj meri umanjuje pomeranja, a naknadno zatezanje zavrtnja sidra koje generiše silu duž ose ankera, uslovljava jednako vertikalno pomeranje svih slojeva ili proslojaka neposredne krovine. Jednosatvnije rešenje, ugradnjom ankera na ovaj način, vrši se povezivanje tanjih slojeva u jedan deblji i vršni (sl. 4), pri čemu, kada se posmatraju kao grede, deblji sloj ima povoljnije mehaničke karakteristike nego zbir ovih karakteristika tanjih slojeva.



Slika 4: Mehaniizam formiranja grede povezivanjem tanjih slojeva pomoću AT ankera

Istraživanja efekta formiranja grede su pokazala da ovaj efekat više dolazi do izražaja sa smanjenjem rastojanja između u susjednih redova ankera, sa povećanjem sile naknadnog zatezanja, sa povećanjem broja povezanih slojeva u neposrednoj krovini i sa smanjenjem širine podzemne prostorije. Tako je utvrđeno da formirana greda ima veći otporni momenat nego što je zbir otpornih momenata pojedinačnih slojeva koje čine greda, kao i da formirana greda ima veću krutost prema savijanju (slika 5).

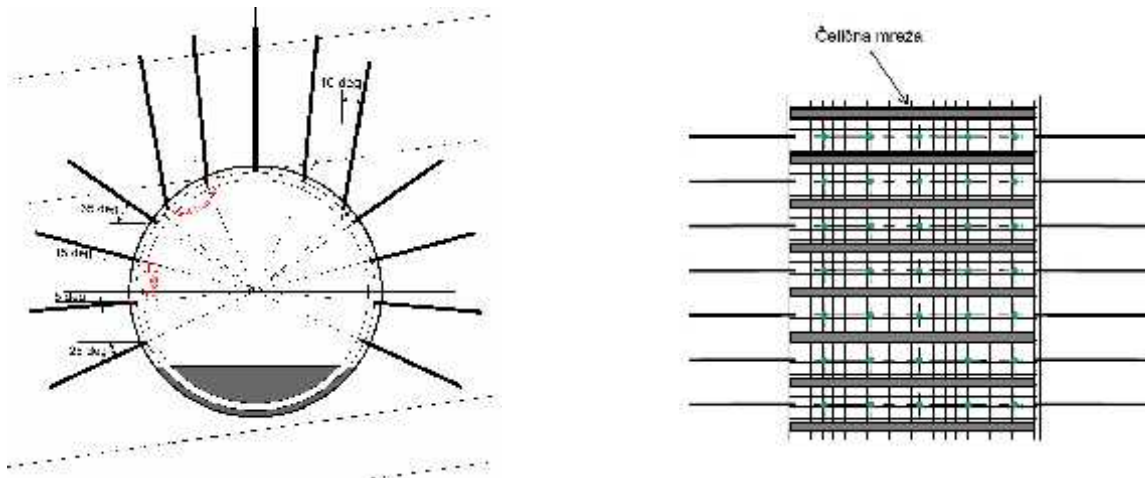


Slika 5: Poređenje grede sa nepovezanim i povezanim slojevima
a) nepovezane slojnice; b) povezane slojnice

Odnos otpornog momenata formirane grede (W_2/W_1) je „ n “ puta veći od otpornog momenta od grede čiji slojevi nisu povezani, dok je odnos krutosti (T_2/T_1) veći za „ n^2 “ puta kod grede sa povezanim slojevima. Na ovaj način je praktično pokazano da se primenom više i podgrade koju čine ankeri sa kontinualnim vezivanjem i njihovim naknadnim zatezanjem unapređuju karakteristike neposredne krovine, tako da se ugradnjom ove vrste podgrade može govoriti i o ojačanju stenskog masiva, pošto se povećava nosivost neposredne krovine.

3. TEHNIČKI OPIS PODGRAĐIVANJA KOMBINOVANOM PODGRADOM

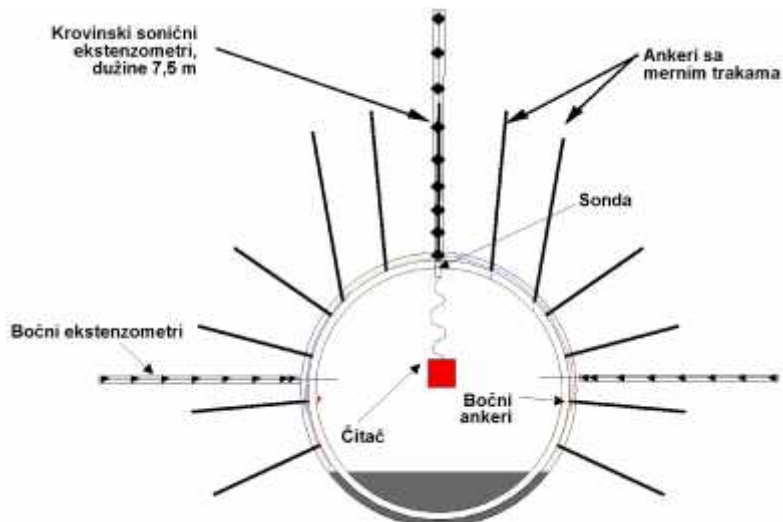
Podgrađivanje etažnih hodnika kombinovanom podgradom, podrazumeva podgrađivanje izbijenog profila etažnog hodnika u napredovanju ugradnjom okvira čelično – aluminijske podgrade na međusobnom rastojanju okvira od 0,5 – 0,8 m. Prostor između ugrađenih čeličnih okvira zalaže se čeličnom mrežom i ojačava ugradnjom ankera (po početnoj šemi) po čitavom obodu prostorije, čime se zatvara jedan ciklus u napredovanju. Na slici 6 prikazana je početna šema ugradnje AT ankera u etažnom hodniku sa zalagom čelične mreže umesto drvenih zalagača.



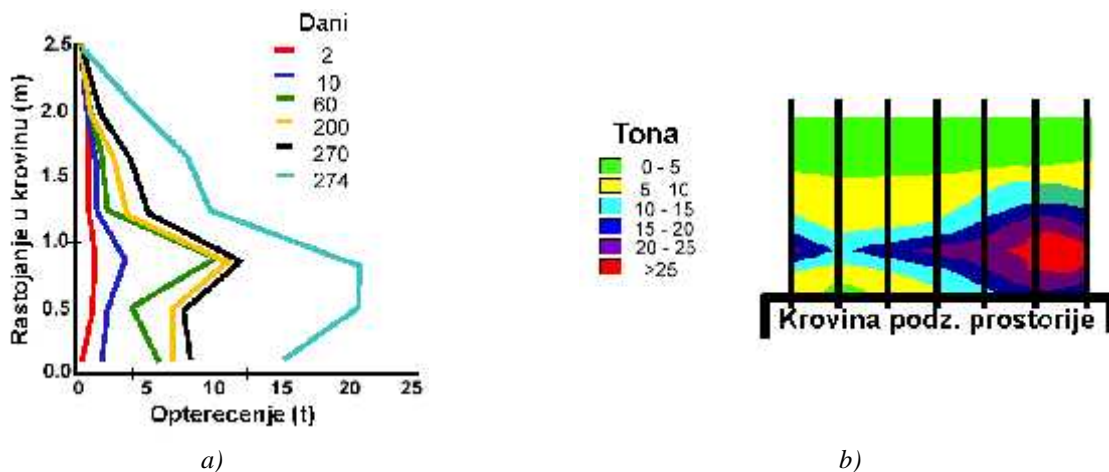
Slika 6: Početna šema ugradnje AT ankeri sa zalogom od elin mreže

Početna šema ugradnje AT ankeri u etažnom hodniku je predviđena sa relativno velikom gustinom – 1,2 ankeri/m² (uobičajena gustina ankeri za nesabilne i radne srdine). Kao što se sa slike vidi pet ankeri dužine 2,4 m ugrađuju se u krovinu, a u svaki bok po četiri ankeri dužine 1,8 m. Od krovinskih ankeri samo centralni, u osi prostorije, treba da se ugradi vertikalno dok ostala četiri (dva po dva) ankeri treba ugraditi pod uglom od 10°. Rastojanje između takva ugradnje krovinskih ankeri treba da iznosi 0,76 m. Sistematskom ugradnjom ankeri obaviće se dodatna ispitivanja, koja će sa podacima merenja, ukazati na mogućnost daljeg unapređenja šeme ugradnje. Napredovanjem prostorije na određenim mestima (što bliže elu elu radilišta) ugrađuju se merni uređaji i to:

- **soni ni ekstenziometri** – za praćenje deformacija u krovini i bokovima prostorije,
- **ankeri sa mernim trakama** – za merenje deformacija masiva iznad ugrađenih ankeri odnosno ovim merenjima se potvrđuje opravdanost primene ankeri. Analiza podataka vrši se na računaru pomoću specijalnog softvera, uz mogućnost grafičke interpretacije aksijalnog opterećenja i momenata savijanja ankeri. Na slici 7 prikazana je šema ugradnje ankeri sa mernom trakom a na slici 8 rezultati ispitivanja (grafička interpretacija opterećenja ankeri aksijalnim silama i momentima savijanja).

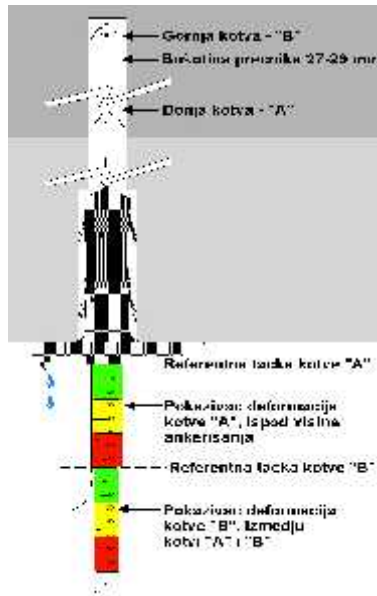


Slika 7: Šema ugradnja ankera sa mernom trakom u etažnom hodniku



Slika. 8 Primer grafi ke interpretacije rezultata o itanih sa ankera sa mernim trakama
a) Aksijalno optere enje ankera u prethodnom periodu (u danima)
b) Moment savijanja ankera

- **dvovisinski mera deformacija „tell – tale“** – za pra enje nastalih deformacija ispod (pokaziva „A“) i iznad ugra enog ankera (pokaziva „B“). Svaki pokaziva – indikator, je obešen o kotvu koja je postavljena na odre enoj dubini u bušotinu. Kotva o koju je obešen gornji pokaziva ("A") postavljena je 0,15 m ispod visine ankera dok je pokaziva "B" postavljena je na dubini od 5m odnosno na oko dvostrukoj dužini ankera. Zbir vrednosti deformacija sa pokaziva a "A" i "B" predstavlja ukupnu deformaciju ispod gornje kotve "B", odnosno ukupne deformacije duž bušotine ure aja.



Slika 9: Šematski prikaz dvovisinskog mera a deformacija „tell – tale“

Cilj ugradnje mernih uređaja, je praćenje stanja deformacija masiva i uticaj jamskih pritisaka na podgrađivanju nakon izrade etažnog hodnika. Na osnovu dobijenih rezultata merenja utvrđuje se najoptimalnija šema ugradnje ankera i međusobno rastojanje čeličnih okvira. Najbolje efekte, ovaj način podgrađivanja postiže, ukoliko se izbijanje profila etažnog hodnika ostvaruje tehnologijom bez razaranja stenskog masiva eksplozivnim sredstvima odnosno primenom tehnologije rezanja stenske mase (kombajnom).

4. EKONOMSKI EFEKTI PODGRAĐIVANJA KOMBINOVANOM PODGRADOM

Rudnik mrkog uglja Soko ostvaruje godišnji kapacitet od oko 120.000 – 125.000 tona komercijalnog uglja. Za ovaj nivo proizvodnje potrebno je izraditi etažne hodnike ukupne dužine od oko 700 metara, kao i četiri ventilacionih uskopa sa ukupnom dužinom od 48 metara. Postojeća tehnologija izrade i podgrađivanja etažnih hodnika brzina napredovanja ograničena je na oko 50 metara mesečno. Ovako relativno nizak nivo u principu uslovljen je bušnjačkom tehnologijom izrade i konvekcionalnim načinom podgrađivanja podzemnih prostorija čeličnom podgradom. U okviru tehnološkog ciklusa izrade etažnog hodnika najveći deo vremena se provede na dopremi i ugradnji čelične podgrade i drvene grede, pri čemu su ovi poslovi obavljaju uz težak fizički rad. Sa druge strane, troškovi čelične podgrade, koja se nabavlja iz uvoza, je najveća komponenta u strukturi cene izrade podzemne prostorije, tako da samim tim ostvaruje negativan uticaj na ekonomske parametre poslovanja rudnika.

Unapređenom tehnologijom podgrađivanja etažnih hodnika ostvaruje se značajni finansijski efekti ukupne cene etažnih hodnika. Pod ukupnom cenom etažnih hodnika, podrazumeva se zbir cena izrade i cene održavanja etažnog hodnika odnosno od izrade do zatvaranja nakon eksploatacije. U tabeli broj 1 dati su

uporedni finansijski pokazatelji cena izrade 1 metra etažnih hodnika podgra en eli no lu nom pogradom na me uosnom rastojanju okvira od 0,7 metara, kombinovanom podgradom – ei no – lu na podgrada oja ana sa eli nom mrežom i AT ankerima na me uosnom rastojanju eli nih okvira od 0,7 – 1,2 metara.

Tabela 1: Uporedni finansijski pokazatelji cena izrade etažnih hodnika

Na in podgrade	Troškovi izrade jamske prostorije (din)			
	Osnovni materijal	Li ni dohoci	Ostali troškovi	Ukupno
Izrada etažnog hodnika 3,5 m podgra en .l.p založen drvenim podgradom na osnom rastojanju od 0,7m	74.495,00	28.880,00	7.510,00	110.885,00
Izrada etažnog hodnika 3,5 m podgra en kombinovanom podgradom (.l.p i AT vise a podgrada) na osnom rastojanju od				
0,7m	95.402,00	28.880,00	7.510,00	131.792,00
1,0m	81.200,00	28.880,00	7.510,00	117.590,00
1,2m	75.671,00	28.880,00	7.510,00	112.061,00

Dosadašnja iskustva u RMU Soko pokazuju da se oko 25% ukupne dužine etažnih hodnika rekonstrukcije (preradi) na godišnjem nivou (oko 175 m/god). Poslovi prerade etažnih hodnika, odnosno, zamena deformisane podgrade i dovo enja parametara prostorije na projektovane vrednosti uslovljeni su deformacijama masiva do kojih dolazi zbog stati kih i dinami kih optere enja usled otkopavanja. Napominjemo, da rekonstrukcija prostorije, u uslovima rudnika „Soko“ po inje onog momenta kada se usled manifestacije pritisaka na podgradu, prostorija deformiše u tom obimu da površina popre nog preseka bude oko 5,5 m² (što odgovara .l.p W 2.6 m).

Ukupna cena etažnog hodnika (rudarskog objekta) ra una se kao zbir troškova izrade i održavanja tokom svog eksploatacionog veka. U tabeli broj 2 prikazani su ukupne cene etažnih hodnika u zavisnosti od na ina podgra ivanja.

Tabela 2: Ukupne cene etažnih hodnika u zavisnosti odna ina podgraživanja

Na in podgrade	Ukupna cena etažnog hodnika (din)		
	Troškovi izrade	Troškovi održavanja	Ukupno
Izrada etažnog hodnika 3,5 m podgra en .l.p založen drvenim podgradom na osnom rastojanju od 0,7m	77.610.000,00	19.404.000.	97.014.000
Izrada etažnog hodnika 3,5 m podgra en kombinovanom podgradom (.l.p i AT vise a podgrada) na osnom rastojanju od 0,7m	92.254.400	–	92.254.400
1,0m	82.313.000	–	82.313.000
1,2m	78.442.700	–	78.442.700

5. ZAKLJU AK

Analizom tabele broj 2 zaklju ujemo da se primenom kombinovane podgrada (.l.p i AT vise a podgrada) pri izradi etažnih hodnika u RMU „Soko“ ostvaruju znatne uštede (u finansijskom smislu) u ukupnoj ceni izrade etažnog hodnika nakon eksploatacije. Pove anjem me uosnog rastojanja okvira progresivno raste i nivo uštede i to:

- me uosno rastojanje okvira od 0,7 m 4.759.600,00 dinara
- me uosno rastojanje okvira od 1,0 m 14.701.000,00 dinara
- me uosno rastojanje okvira od 1,2 m 18.571.300,00 dinara

Me utim, pored finansijskog efekta koji je bitan (nebitno o kom vremenu je re), zna ajnu ulogu ima stabilnost etažnog hodnika odnosno o uvanje projektovanog profila prostorije, koji predstavlja jedan od najvažnijih faktora za sigurnost i bezbednost na radu rudara. Pored toga, zna ajnu ulogu ima tehnologija izrade etažnih hodnika. Ova analiza ra ena je za tehnologiju buša ko – minerskih radova, me utim ako se radi tehnologijom rezanja(komabajnom) uštede e biti znatno ve e nego što je prikazano u ovom radu.

Autori ovog rada smatraju, da e se primenom kombinovane podgrade (potrebno je dokazati na in situ) izbe i ili e se svesti na minimum prerada etažnih hodnika u rudniku „Soko“ i posti i znatna ušteda (u finansijskom smislu) u tehnološkoj fazi osnovne pripreme ležišta za eksploataciju.

LITERATURA

- [1] Analiza opravdanosti mehanizovane izrade podzemnih prostorija u JP PEU u cilju racionalizacije procesa i ostvarenja efikasne dinamike, Studija, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2009.
- [2] Molinda G. M., Mark C.: Design of Roof Bolt Systems. In: New Technology for Coal Mine Roof Support. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2000-151, IC 9453. , 2000.
- [3] Projektna dokumentacija RMU “Soko”,
- [4] Milisavljevi V., Slobodan Kokeri ., Miodrag Deni .: Mogu nosti za unapre enje tehnologije podgra ivanja etažnih hodnika u RMU Soko, Zbornik radova VIII Medjunarodnog simpozijuma Mehanizacija i autoamatizacija u rudarstvu i energetici „Maren 2010“, Lazarevac, 2010 godine, strana 477-483.



Siming d.o.o.
Obrežje 7D, 8261 SI-Jesenice na Dolenjskem
Slovenija
Tel. ++386 (0)7.4957.660
Fax. ++386 (0)7.4957.662
Mail: info@siming.eu www.siming.eu

Siming d.o.o.
Bulevar Mihajla Pupina 10E/62, 11070 N, Beograd
Srbija
Tel. ++381 (0)11.311.2402
Fax. ++381 (0)11.311.2402
Mail: infobg@siming.eu www.siming.eu

Ovlašteni distributer i serviser za BIH i Srbiju:



MIN-TEC d.o.o.
Maka Dizdara 72, 75000 Tuzla
Bosna i Hercegovina
Tel. ++387 (0)35.262.229
Fax. ++387 (0)35.262.229
Mail: info@min-tec.com www.min-tec.com



Привредно друштво Рударски басен „КОЛУБАРА“

Светог Саве 1, 11000 Лазаревац

телефони: 011/8123-22, 011/8123-130

факс: 011/8123-703, 011/8123-917

e-mail: kabinetss@rbkolubara.rs

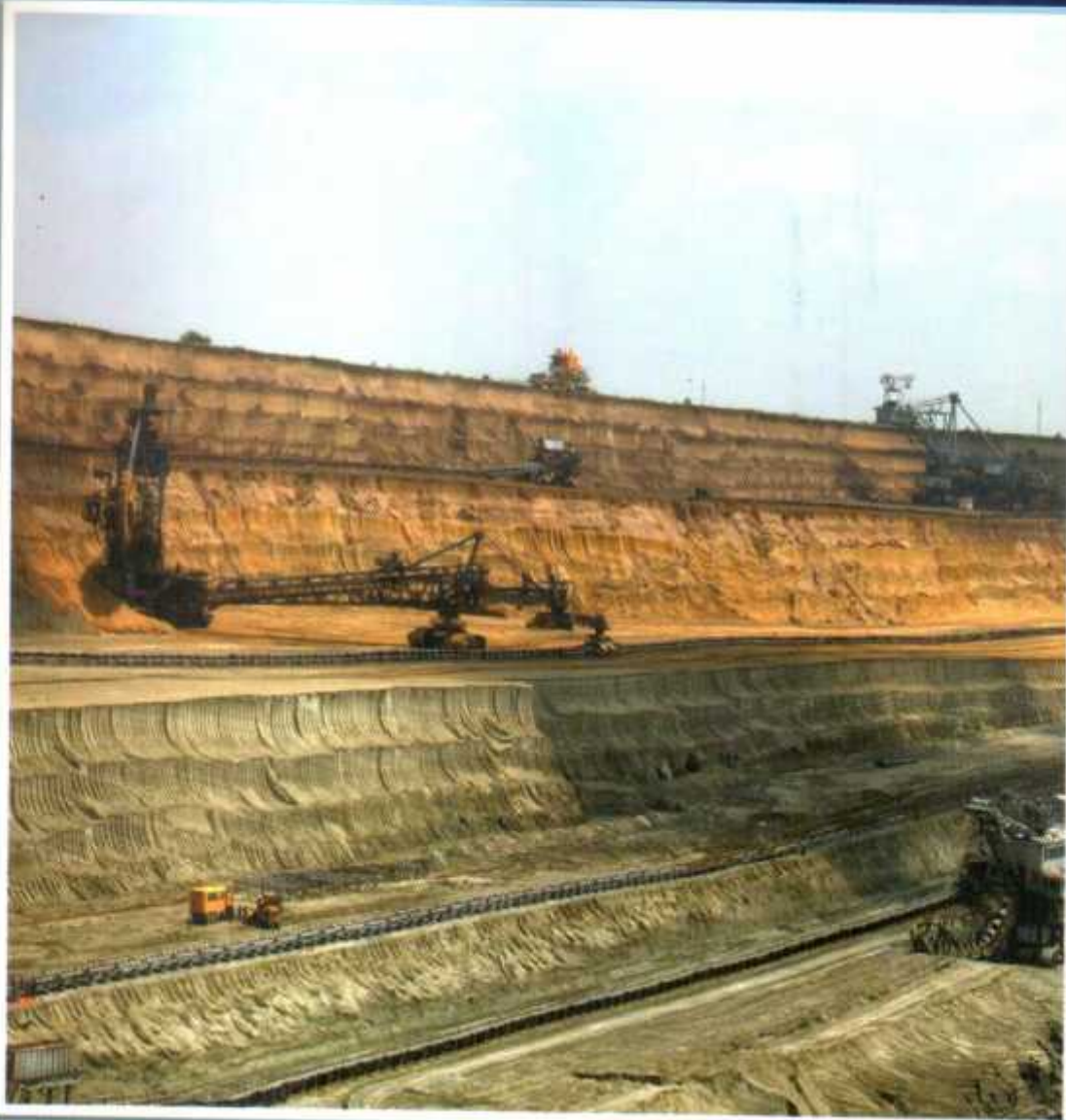
www: rbkolubara.rs



ISBN 978-86-80809-78-6



9 788680 809786



ПРИВРЕДНО ДРУШТВО
ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ И КОПОВИ
КОСТОЛАЦ д.о.о.



ISBN-978-86-80809-69-4

