



РУДАРСКИ ГЛАСНИК BULLETIN OF MINES

Број 1-2, год. CXIV, 2017.

No 1-2, Vol. CXIV, 2017.



РУДАРСКИ ГЛАСНИК

BULLETIN OF MINES

Главни и одговорни уредник

Академик проф. др Слободан Вујић

Editor in Chief

Academician Prof. Dr. Slobodan Vujić

Издавачи:

РУДАРСКИ ИНСТИТУТ Д.О.О. БЕОГРАД
Београд, Батајнички пут бр. 2; тел. 011 21 99 277
факс 011 26 14 632; www.ribeograd.ac.rs

АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ
Одељење рударских, геолошких и системских
наука, 11000 Београд, Краљице Марије 16; тел. 011
33 70 652, www.ains.rs

Publishers:

MINING INSTITUTE BELGRADE
Belgrade, Batajnički put 2, tel: +381 11 21 99 277
fax: +381 11 26 14 632; www.ribeograd.ac.rs

ACADEMY OF ENGINEERING SCIENCES OF
SERBIA, Division of mining, geology and system
sciences, 11000 Belgrade, Kraljice Marije 16, Serbia,
tel: +381 11 33 70 652, www.ains.rs

За издаваче:

Др Милинко Радосављевић, директор РИ
Проф. др Бранко Ковачевић, председник АИНС

For publishers:

Dr. Milinko Radosavljević, Director of the MI
Prof. Dr. Branko Kovačević, President of the AESS

Штампа:

Colorgrafx, Београд

Press:

Colorgrafx, Belgrade

Тираж:

300 примерака

Circulation:

300 copies

Место и година издања:

Београд, 2017.

Place and year of the issue:

Belgrade, 2017.

YU ISSN 0035-9637

YU ISSN 0035-9637

Адреса:

Редакција Рударског гласника
11000 Београд, Батајнички пут бр. 2
е-пошта: editorial.board@ribeograd.ac.rs

Adress:

Editorial Board of the Bulletin of Mines
11000 Belgrade, Serbia, Batajnički put 2
e-mail: editorial.board@ribeograd.ac.rs

Copyright ©

РУДАРСКИ ИНСТИТУТ БЕОГРАД, 2016.
АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ

Copyright ©

MINING INSTITUTE, BELGRADE, 2016.
ACADEMY OF ENGINEERING SCIENCES OF SERBIA

РЕДАКЦИЈА

Академик проф. др Слободан Вујић, глав. и одг. уредник
Др Милинко Радосављевић, зам. глав. и одгов. уредника
Др Светлана Полавдер, секретар редакције

Проф. др Надежда Ђалић, проф. др Александар Милутиновић, проф. др Раде Јеленковић, проф. др Драгана Животић, проф. др Миленко Буразер, проф. др Лазар Кричак, проф. др Предраг Лазић, проф. др Владимир Чебаšek, доц. др Томислав Шубарановић, доц. др Бојан Димитријевић, доц. др Срђан Костић, Симеун Маријанац, Ненад Радосављевић, Михајло Гигов, Јасмина Нешковић, Павле Стјепановић, Жељко Праштало, Владан Чановић, Веселин Анђелковић, Сандра Петковић, Марко Павловић, Вук Вукашиновић, Стеван Ђорлука

МЕЂУНАРОДНИ ИЗДАВАЧКИ САВЕТ

Др Светомир Максимовић, Рударски институт Београд
Академик проф. др Валентин А. Чантурија, Руска академија наука, Институт комплексне експлоатације минералних ресурса Н. В. Мељников, Москва, Русија
Академик проф. др Николај Н. Мељников, Руска академија наука, Рударски институт, Апатити, Русија
Проф. др Виктор Н. Опарин, дописни члан Руске академије наука, Рударски институт, Новосибирск, Русија
Академик проф. др Владан Ђорђевић, Српска академија наука и уметности, Београд
Проф. др Александар Ђубић, редовни члан Академије инжењерских наука Србије, Београд
Проф. др Неђо Ђурић, дописни члан Академије наука и уметности Републике Српске, Бања Лука
Проф. др Венцислав Иванов, Рударско-геолошки универзитет Св. Иван Рилски, Софија, Бугарска
Проф. др Љубен Тотев, Рударско-геолошки универзитет Св. Иван Рилски, Софија, Бугарска
Проф. др Зоран Панов, Универзитет Гоце Делчев, Факултет природних и техничких наука, Штип, Македонија
Др Марјан Худеј, РГП Велење, Словенија
Проф. др Марек Цала, АГХ универзитет за науку и технологију, Краков, Пољска
Проф. др Аруна Мангалпади, Национални институт за технологију, Рударски одсек, Карнатака, Индија
Проф. др Бахтијар Џнвер, Хаџетепе универзитет, Одсек за рударско инжењерство, Анкара, Турска
Проф. др Мариан Долипски, Силесијан универзитет за технологију, Руд. геол. факултет, Ђивиче, Пољска
Проф. др Раул Кастро, Универзитет Чиле, Одсек за рударско инжењерство, Антофагаста, Чиле
Проф. др Владимир Сливка, ВСБ Технички универзитет, Руд. геол. факултет, Острава, Чешка
Проф. др Ана Марабини, Национални савет за истраживања, Фраскати, Италија
Проф. др Тунцел М. Јегулалп, Колумбија универзитет, Рударска школа Хенри Крумб, Њујорк, САД
Проф. др Верес Јоел, Универзитет у Петрошану, Рударски факултет, Петрошан, Румунија
Проф. др Карстен Дребенштет, ТУ Рударска академија Фрајберг, Инст. за рударство, Фрајберг, Немачка
Проф. др Милован Урошевић, Кртин Универзитет, Перт, Аустралија
Проф. др Милан Димкић, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд

EDITORIAL BOARD

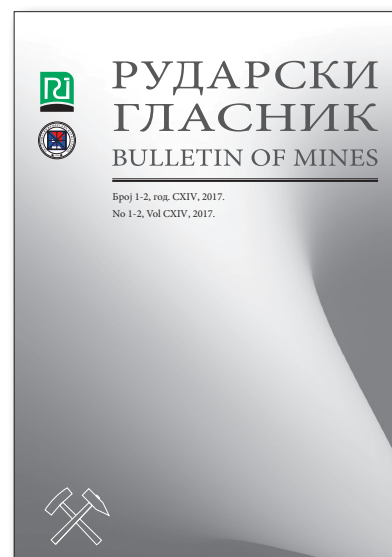
Academician Prof. Dr. Slobodan Vujić, Editor in Chief
Dr. Milinko Radosavljević, Deputy Editor in Chief
Dr. Svetlana Polavder, Editorial Secretary

Prof. Dr. Nadežda Ćalić, Prof. Dr. Aleksandar Milutinović, Prof. Dr. Rade Jelenković, Prof. Dr. Dragana Životić, Prof. Dr. Milenko Burazer, Prof. Dr. Lazar Kričak, Prof. Dr. Predrag Lazić, Prof. Dr. Vladimir Čebašek, Assist. prof. Dr. Tomislav Šubaranović, Assist. prof. Dr. Bojan Dimitrijević, Assist. prof. Dr. Srđjan Kostić, Simeun Marijanac, Nenad Radosavljević, Mihajlo Gigov, Jasmina Nešković, Pavle Stjepanović, Željko Praštalo, Vladan Čanović, Veselin Anđelković, Sandra Petković, Marko Pavlović, Vuk Vukašinović, Stevan Ćorluka

INTERNATIONAL PUBLISHING COUNCIL

Dr. Svetomir Maksimović, Mining Institute Belgrade
Academician Prof. Dr. Valentin A. Chanturiya, Russian Academy of Sciences, Institute of Complex Exploitation of Mineral Resources N. V. Melnikov, Moscow, Russia
Academician Prof. Dr. Nikolai N. Melnikov, Russian Academy of Sciences, Institute of Mining, Apatiti, Russia
Prof. Dr. Victor N. Oparin, Corresp. Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Mining, Novosibirsk, Russia
Academician Prof. Dr. Vladan Đorđević, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade
Prof. Dr. Aleksandar Grubić, Full Member of the Academy of Engineering Sciences of Serbia, Belgrade
Prof. Dr. Neđo Đurić, Corresponding Member of the Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska, Banja Luka, Prof. Dr. Vencislav Ivanov, University of Mining and Geology St. Ivan Rilski, Sofia, Bulgaria
Prof. Dr. Lyuben Totev, University of Mining and Geology St. Ivan Rilski, Sofia, Bulgaria
Prof. Dr. Zoran Panov, University Goce Delčev, Faculty of Natural and Technical Sciences, Štip, Macedonia
Dr. Marjan Hudej, RGP Velenje, Slovenia
Prof. Dr. Marek Cala, AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland
Prof. Dr. Aruna Mangalpaday, National Institute of Technology, Department of Mining, Karnataka, India
Prof. Dr. Bahtiyar Ünver, Hacettepe University, Department of Mining Engineering, Ankara, Turkey
Prof. Dr. Marian Dolipski, Silesian University of Technology, Faculty of Mining and Geology, Gliwice, Poland
Prof. Dr. Raúl Castro, University of Chile, Department of Mining Engineering, Antofagasta, Chile
Prof. Dr. Vladimír Slivka, VSB-TU, Faculty of Mining and Geology, Ostrava, Czech Republic
Prof. Dr. Anna Marabini, National Research Council, Frascati, Italy
Prof. Dr. Tuncel M. Yegulalp, Columbia University, Henry Krumb School of Mines, New York, USA
Prof. Dr. Vereş Ioel, University of Petrosani, Faculty of Mining, Petrosani, Romania
Prof. Dr. Carsten Drebenstedt, TU Bergakademie Freiberg, Institute of Mining, Freiberg, Germany
Prof. Dr. Milovan Urošević, Curtin University, Perth, Australia
Prof. Dr. Milan Dimkić, Institute of Water Resources "Jaroslav Černi", Belgrade

САДРЖАЈ / TABLE OF CONTENTS



РАДОВИ / PAPERS

ИЗГРАДЊА ОКНА НОП II ЗА ПОТРЕБЕ НОВЕ ВЕНТИЛАЦИЈЕ У РУДНИКУ УГЉА ВЕЛЕЊЕ
 VERTICAL SHAFT SINKING NOP II FOR A NEW VENTILATION PURPOSES IN VELENJE COAL MINE..... 5
 М. Худеј, М. Ранзингер / М. Hudej, M. Ranzinger

СОФИСТИЦИРАНА ИЗГРАДЊА ДУБОКИХ РУДАРСКИХ ОКНА
 SOPHISTICATED CONSTRUCTION OF DEEP MINING SHAFTS 15
 Р. Митић, С. Митић / R. Mitić, S. Mitić

ИСТРАЖИВАЊЕ ИМПЛЕМЕНТИРАНОСТИ МЕЂУНАРОДНИХ СТАНДАРДА У РУДАРСТВУ СРБИЈЕ
 A STUDY OF IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL STANDARDS IN SERBIAN MINING..... 31
 М. Радосављевић, С. Вујић / М. Radosavljević, S. Vujić

АНАЛИЗА ПРОЦЕСА ОДВОДЊАВАЊА ПОВРШИНСКИХ КОПОВА
 ANALYSIS OF THE DEWATERING PROCESS OF OPEN CAST MINES 39
 Т. Шубарановић, И. Јанковић / Т. Šubaranović, I. Janković

ЛЕКЦИЈА ПРИРОДЕ, Плављење тамнавских површинских копова 2014.
 NATURE'S LESSON, Flooding of open-pit mines of Tamnava in 2014..... 47
 С. Вујић, П. Војиновић / S. Vujić, P. Vojinović

АНАЛИЗА ХИДРОГЕОЛОШКИХ И ГЕОМЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА
 ОДЛОЖЕНИХ МАСА НА ПК ДРМНО СА АСПЕКТА САГЛЕДАВАЊА
 МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ВЕРТИКАЛНИХ ШЉУНЧАНИХ ДРЕНОВА
 ANALYSIS OF HYDROGEOLOGICAL AND GEOMECHANICAL CHARACTERISTICS
 OF DEPOSITED MASS ON OP DRMNO FROM THE ASPECT OF CONSIDERING
 THE APPLICATION OF VERTICAL GRAVEL DRAINS..... 59
 В. Чановић, В. Чолаковић, С. Максимовић, С. Ђорлука / V. Čanović, V. Čolaković, S. Maksimović, S. Ćorluka

ПОДВОДНА ТЕХНОЛОГИЈА ЗАПУЊАВАЊА НА ДЕПОНИЈИ ПЕПЕЛА СА ПЛУТАЈУЋИМ ИСТАКАЧКИМ СИСТЕМОМ UNDERWATER TECHNOLOGY OF FILLING ON THE ASH LANDFILL WITH FLOATING DECANTING SYSTEM	67
Н. Костовић, Драган Тодоровић, В. Анђелковић, И. Радовановић, Н. Глишић / N. Kostović, D. Todorović, V. Anđelković, I. Radovanović, N. Glišić	
РЕАЛИЗАЦИЈА АКТУЕЛНИХ ВЕРИФИКАЦИОНИХ ПЛАНСКИХ И ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА У ПРИВРЕДНОМ И ДРУШТВЕНОМ РАЗВОЈУ КОСТОЛЦА REALIZATION OF CURRENT VERIFIED PLAN AND DESIGN SOLUTIONS IN THE ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT OF KOSTOLAC	75
Д. Милошевић, Ж. Праштало, Т. Хафнер-Љубеновић / D. Milošević, Ž. Praštalo, T. Hafner-Ljubenović	
ПРИМЕНА СТОХАСТИЧКИХ МЕТОДА ПРОРАЧУНА СТАБИЛНОСТИ КОСИНА У ЧВРСТИМ СТЕНСКИМ МАСАМА APPLICATION OF STOCHASTIC METHODS FOR CALCULATION OF SLOPES STABILITY IN A SOLID ROCK	83
С. Ђорлука, Т. Хафнер Љубеновић, С. Јанковић, Ж. Праштало / S. Ćorluka, T. Hafner Ljubenović, S. Janković, Ž. Praštalo	
ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ЗГУШЊАВАЊА КОНЦЕНТРАТА БАКРА ИЗ РУДЕ ЛЕЖИШТА БОРСКА РЕКА DETERMINATION OF PARAMETERS OF THICKENING COPPER CONCENTRATE FROM ORE DEPOSIT BORSKA REKA	93
И. Јовановић, С. Петровић, С. Магдалиновић, Ј. Нешковић, П. Стјепановић / I. Jovanović, S. Petrović, S. Magdalinović, J. Nešković, P. Stjepanović	
ПОРЕЂЕЊЕ КРИСТАЛОГРАФСКО-ХЕМИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА СФАЛЕРИТА ИЗ РУДНОГ ЛЕЖИШТА КИЖЕВАК СА НЕКИМ ДРУГИМ РУДНИМ ЛЕЖИШТИМА, ДЕО I: ПРЕЛИМИНАРНО РАЗМАТРАЊЕ УСЛОВА ЊИХОВОГ ПОСТАНКА COMPARISON OF THE CRYSTALLOGRAPHIC-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SPHALERITES FROM THE KIŽEVAK ORE DEPOSIT WITH SOME OTHER DEPOSITS, PART I: PRELIMINARY RECONSIDERATION ABOUT THEIR FORMATION CONDITIONS	101
П. Танчић / P. Tančić	
ПОРИЦАЊЕ И САМОПОРИЦАЊЕ, Прилог за хронику времена DENIAL AND SELF-DENIAL, An Article for the Time Chronicle	119
М. Радосављевић, С. Максимовић / M. Radosavljević, S. Maksimović	
ЧЕТИРИ И ПО ДЕЦЕНИЈЕ ТРАЈАЊА КОМИТЕТА ЗА ПОВРШИНСКУ ЕКСПЛОАТАЦИЈУ FOUR AND A HALF DECADES OF DURATION OF THE COMMITTEE FOR SURFACE EXPLOITATION.....	123
Р. Симић / R. Simić	
ОСТАЛО / OTHER	
ЗНАЧАЈНИЈИ ДОГАЂАЈИ / SIGNIFICANT EVENTS	131
КЊИГЕ / BOOKS.....	135
НАУЧНИ И СТРУЧНИ СКУПОВИ / SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL MEETINGS.....	139
Најава / Announce	
СЕЋАЊЕ / IN MEMORIAM	143

ИЗГРАДЊА ОКНА НОП II ЗА ПОТРЕБЕ
 НОВЕ ВЕНТИЛАЦИЈЕ У РУДНИКУ УГЉА ВЕЛЕЊЕ
 VERTICAL SHAFT SINKING NOP II FOR A NEW
 VENTILATION PURPOSES IN VELENJE COAL MINE

DOI: 10.25075/BM.2017.01

Марјан Худеј
 Марко Ранзингер

Marjan Hudej
 Marko Ranzinger

Рудник угља Велење
 marjan.hudej@rlv.si

Velenje Coal Mine
 marjan.hudej@rlv.si

Сажетак: Вертикална изградња окна за потребне подземног превоза је веома захтеван рударски и геотехнолошки процес, који захтева специфичну и посебно дизајнирану технолошку опрему. Истовремено то је технолошки процес који се користи од самих почетка човечанства, с обзиром на то да је рударство једна од најстаријих индустрија. Сврха рада је да покаже техничке изазове оваквих пројеката. Рудник угља Велење донео је одлуку да се изгради ново окно за вентилацију, дубине 393 метра. Почели само са припремним радовима 2011, а са изградњом 2012. У раду су приказани припремни радови, опрема неопходна за изградњу окна, приказана су примарна и секундарна мерења и мониторинг рударских радова.

Кључне речи: изградња окна, вентилационо окно, рудник угља Велење

Abstract: Vertical shaft sinking for underground transportation purposes is a very demanding technological process in mining and geotechnology which requires specific and specially designed technological equipment. At the same time it is a technological process that humanity deals with from its beginning, since mining is one of the oldest industries in the world. The aim of the article is to show the technical challenge of this projects. Velenje Coal Mine has made up the decision for the sinking of a new ventilation shaft, depth of 393 meters. We started with the preparation works in 2011 and with a shaft sinking in 2012. The paper presents preparatory work before the start of actual operation, described equipment necessary for the vertical winding of the window, the primary and secondary additional measurements and supervision of mining works are shown.

Key words: building a shafts, ventilation shaft, Velenje coal mine

НОВО ВЕНТИЛАЦИОНО ОКНО НОП II

Рудник угља Велење је подземни рудник угља, који у пресеку годишње произведе око 4 милиона тона лигнита. Ми смо 2009. отпочели техничке и економске студије о новом вентилационом

NEW VENTILATION SHAFT NOP II

Velenje Coal Mine is an underground coal mine with average annual production around 4 million tons of lignite coal. In 2009 we started technical and economic studies for new ventilation shaft. New

окну. Ново окно „НОП II” налази се ближе активним радилиштима за производњу, ближе депонији и термоелектрани на површини. Након детаљних студијских анализа и ревизије, крајем 2010. добили смо средства за инвестирање и сагласност за почетак оперативних активности на пројекту. Основне техничке карактеристике о новом окну дате су у табели 1.

shaft ”NOP II” is located closer to active production panels underground, closer to stock deposits and closer to power plant on the surface. After exhaustive study and revision, at the end of 2010, we got allowance for investment and approval to start operative activities on our project. You can find some basic technical characteristic for our new shaft in table 1.

Табела / Table 1, Техничке карактеристике новог вентилационог окна /
 Technical characteristics for new ventilation shaft

Унутрашњи пречник окна / Shaft inner diameter (m)	6,15
Пречник ископа / Diameter of excavation (m)	8,00
Дубина окна / Shaft depth (m)	393,00

Прелиминарни радови почели су у јануару 2011. године. У првој и другој фази припремних радова припремили смо инфраструктуру за градилиште, израдили смо рам (серклаж) окна и убацили вођицу до дубине од 37 m помоћу крана. У априлу 2012. почели смо са монтажом и уградњом висећих платформи, горњег поклопца, привременог главног оквира и сале за витла. Комплетан сет опреме за изградњу окна био је спреман у септембру 2012. када смо почели са радовима. У децембру 2017, налазимо се на дубини од 393 метра и привели крају изградњу окна.

Preliminary-works have started in January 2011. In first and second phase of pre - works we prepared infrastructures for construction site, we constructed shaft collar and we sank shaft to depth of 37 m using crane at open shaft collar. In April 2012 we started with assembly and installation of hanging platforms, top cover, temporary headframe and winch hall with nine winches. Complete set of shaft sinking equipment was ready in September 2012 when we started with shaft sinking. At the December 2017, we are at depth 393 meters and we are in the end of shaft sinking.

ТЕХНОЛОШКА ОПРЕМА ЗА ИЗГРАДЊУ ОКНА

На локацији новог окна обављено је детаљно геолошко истраживање, а имали смо и информације из сопственог искуства о окнима која су пре више година изграђена на истом подручју. У том смислу, знали смо геолошке и хидрогеолошке услове за изградњу окна. Одлучили смо да користимо конвенционални рударски метод изградње окна, користили смо висеће платформе у окну, носеће дизалице, носећа витла и привремене главне рамове на површини, и помоћну опрему за одводњавање, вентилацију итд. Главни рам висећих платформи и остале челичне структуре пројектовали су стручњаци Рудника Велење, а произвеле су их наша зависна друштва.

EQUIPMENT IN THE SHAFT SINKING TECHNOLOGY

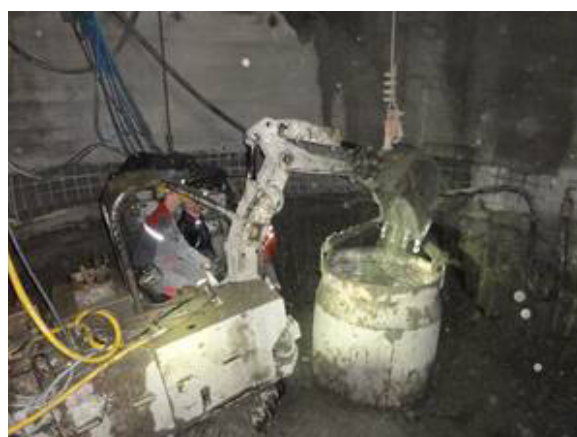
On location of new shaft detailed geologic exploration was done and we had some experience information from shafts which were sunk in the same area years ago. Therefore we knew exactly what will be geological and hydrological conditions for shaft sinking. We decided to use conventional mining shaft sinking method; using hanging platforms in the shaft, drum hoists, drum winches and temporary headframe on the surface and other auxiliary equipment for dewatering, ventilation, gas monitoring, etc. Hanging platforms headframe and other steel structures were designed by experts at Velenje Coal Mine and manufactured at our subsidiary companies.



Слика / Figure 1, Локација и пресек окна / Location and cross section of shaft

Радна локација - дно окна: На радном дну окна постављен је електрохидраулички утоваривач за ископавање профила окна и утовар ископаног материјала у ведро за извожење. Утоваривач је мали, на гусеницама, са ротацијом 360° око своје осе. Може га подићи главна дизалица и по потреби у неколико одвојених делова транспортовати кроз viseћу платформу у до површине. На радној локацији је и опрема за сигнализацију и комуникацију, за гасометрију, пумпе и цеви за одводњавање и пнеуматски алати. Са површине се удувава свеж ваздух помоћу вентилатора и вентилационе цеви пречника 800 mm.

Work site – bottom of the shaft: At the bottom of the shaft we installed electrohydraulic loader which can excavate profile of the shaft and load muck in the kipples. Loader is small and movable on tracks; it can also rotate 360° around its axis. It can be lifted from the bottom by the main drum hoist and in few separate parts it can be transported through hanging platforms up to the surface. At work site you can find signalling and communication equipment, gas monitoring equipment, dewatering pump and pipelines, pneumatic tools. Fresh air is coming from surface, pushed by ventilator down the shaft, through 800 mm ventilation tube.



Слика / Figure 2, Радилиште / Work site

Радна платформа: Не више од десет метара изнад радилишта постављена је прва viseћа платформа, тзв. радна платформа. Радна платформа има два нивоа. Први ниво се може користити као платформа са које можемо извршити одређене операције и истовремено представља заштитни

Working platform: At maximum of ten meters above work site is positioned first hanging platform, so called working platform. Working platform has two levels. First level can be used as platform from which we can execute certain operations, but at the same time it is protection shield above work site

штит над радилиштем. Други ниво је грађевинска оплата за завршни бетонски обзид.

Платформа за затезање: Око 30 до 50 m изнад радилишта налази се секундарна висећа платформа, такозвана платформа за затезање. Тежи око 40 t, има три нивоа и њена главна функција је затезање вођица за усмеравање. На првом нивоу се налази контејнер за воду и пумпа за одводњавање, и опрема за напајање електричном енергијом радилишта. Платформа за затезање се користи и за уградњу оплате окна, укључујући завршни ниво са скелом. Скела се монтира у исто време када се поставља завршни бетонски обзид. Цеви за одводњавање, цеви за компримовани ваздух и бетон уграђују се истовремено. Између радне и платформе за затезање постављене су мердевине од конопца за излаз у случају опасности.

Обе платформе имају отворе за пролаз ведрa за извожење откопаног материјала на радилишту. Кретање ведрa је усмерено (контролисано) помоћу јарма који клизи дуж вођица од површине до платформе за затезање, од платформе за затезање до радилишта кретање ведрa је без вођица.

Платформа линије сондирања: Платформа линије сондирања је фиксирана око 10 m испод површине. Овде смо инсталирали мост платформу која носи линију сондирања централне осе. Пошто се користи за центрирање окна ово је најважнија линија сондирања. Осим ове, на овом нивоу је уграђено још шест линија сондирања. Три се користе за прецизну уградњу главних држача скеде, а остале се користе за уградњу вођица.

Површински поклопац: На површини, на раму окна, налази се поклопац са парпетним зидом високим 1,5 m, који штити отвор окна, омогућава издувавање коришћеног ваздуха и омогућава уношење инфраструктуре у окно. Површински поклопац је масивна челична конструкција која носи половину оптерећења платформе за затезање. Крајеви вођица за усмеравање су повезани са држачима поклопца хидрауличким системом који омогућава одвојено подешавање силе затезања у свакој вођици. На површинском поклопцу су два отвора са гуменим поклопцима, отвор за инспекцију платформе и скеде.

Торањ: На површини је торањ 37 m висок, са преносним котурачама за све сајле. Торањ има мањи унутрашњи оквир са клизачем за пражњење ведрa са ископаним материјалом. Посебан пнеуматски прибор у глави омогућава одвајање ведрa од јарма ради измене ведра.

at the bottom. Second level of working platform is construction formwork for final concrete lining.

Tensioning platform: Some 30 up to 50 m above work site is positioned second hanging platform, so called tensioning platform. Its weight is about 40 t, it has three levels, and its main purpose is tensioning of the guidance ropes. On the first level we have water container and dewatering pump and there is electric equipment for power supply to the work site. Tensioning platform is also used for installation of shaft insets including final ladder compartment. Ladder compartment is installed simultaneously as final concrete lining is done. Dewatering pipeline, pipelines for compressed air and shotcrete are installed at the same time. Beneath working platform and tensioning platforms we are using rope ladders as emergency escape way. Both hanging platforms have openings to enable kipples to pass through on their way to the bottom/surface. Kipples are guided by guiding frame - yoke which slides along guidance ropes to the tensioning platform; beneath tensioning platform kipples are driven unguided.

Sounding line platform: Sounding line platform is fixed level about 10 m beneath surface. There we have installed bridge platform which carries the central axis sounding line. This is the most important sounding line used for shaft cantering. Additional on this level we have installed six more sounding lines. Three of them are already used for accurate installation of main holders of ladder compartment, and the rest of them will be used later at installation of guidance rails.

Top cover: On the surface, on shaft collar, we have top cover with 1,5 m high parapet wall, which protects shaft entry, allows used air exhaust and enables all infrastructure to enter in to the shaft. Top cover is massive steel construction which also carries half of load on tensioning platform. Tail ends of guidance ropes are connected to holders of top cover with special hydraulic system, which enables us to adjust tensioning force in each rope separately. On top cover we have two openings with pneumatic flaps, entry to inspection platform and to ladder compartment.

Headframe: On surface we have 37 m high headframe with deflection sheaves for all ropes. Headframe has smaller inner frame with manger slide for muck which is used for emptying kipples. Particular pneumatic tool in headframe also enables us to separate kibble from guiding yoke to exchange kibble. We are using three different type of kipples for man-riding and transportation of different material.

Користе се три типа ведара, за превоз људи и транспорт материјала.

Погонска сала и витла: Користимо два независна погонска система за превоз људи и транспорт материјала, са четири витла за руковање платформом за затезање, два витла за померање радне платформе и једно витло за руковање енергетским каблом. Укупно девет витала у погонској сали, у којој су и посебне кабине за електричну опрему и командна кабина.



Winch hall and winches: We are using two independent drum hoists for man-riding and transportation of material. Then we have four winches to manoeuvre tensioning platform, two winches to move working platform and one more winch for manoeuvring main energetic cable. All together nine winches, which are installed on massive foundation in winch hall. In winch hall we have a special room for electric equipment and separate control room for winch operator.



Слика / Figure 3, Погонска сала / Drive room

Сигурносни сигнализациони и комуникациони систем: Савремени сигурносни сигнализациони систем испројектовало је и инсталирао наше особље. Систем обезбеђује дигиталне и аналогне сигнале за праћење и управљање радом извозног система, и визуелни приказ на контролном панелу оператора. За комуникацију се користе три система, конвенционална телефонска линија, отворена линија и бежична комуникација. Сва три система су пројектована да раде у експлозивној атмосфери (ATEX M1, Ex ia).

Safety signalling system and communication system: Modern safety signalling system was designed and installed by our personnel. System also provides digital and analog signals to safety circuit of hoisting winches and to visualization display on operators control panel. For communication we are using three systems; conventional telephone line, open line communication units and portable wireless communication units. All three systems are designed to operate in explosive atmosphere (ATEX M1, Ex ia).

ТЕХНОЛОГИЈА ИЗГРАДЊЕ ОКНА

Електрохидрауличним утоваривачем на радилишту се ископава профил окна и ископани материјал утовара у ведро (извозни суд). У зависности од геолошких услова профил се копа у вертикалном захвату од 0,75 до 1,5 m. За примарну подршку користимо челичне лукове и бетонске арматуре ојачане челичном мрежом, која се уграђује у два слоја. У тешким геолошким условима користили смо и шипове, сидра и неке одводне материјале (мрежа, геотекстил, цеви за одвод). Остварено просечно дневно напредовање на ископу и примарној подршци је 1,0 m/дан. Сваких 20 до 25 m повећавамо попречни пресек ископа како бисмо направили темељ средњег прстена са завршним унутрашњим пречником од 6,15 m. Затим настављамо с продубљавањем окна наредних 20 до 25 m. Док ископавамо следећи

SHAFT SINKING TECHNOLOGY

Electrohydraulic loader on the bottom is used to excavate profile of the shaft and load muck in the kipples. Profile is excavated in steps of 0,75 up to 1,5 m, depending on geologic conditions. For primary support we are using steel arches and shotcrete reinforced with steel mesh, which is installed in two layers. In difficult geologic conditions we were also using piles, anchors and some draining materials (mesh, geotextile, draining tubes). Achieved average daily advancing at excavation and primary support is 1,0 m/day. Every 20 up to 25 m we increase excavation cross section to make intermediate ring foundation with final inner diameter 6,15 m. Then we continue with shaft sinking and we excavate next 20 up to 25 m. While we excavate next section, we are surveying upper section (pre-installed extensometers, convergenc-

сегмент окна, изводе се мерења горњег сегмента (екстензометри, конвергенција). Ако нема померања или деформација, можемо извршити завршно бетонирање. Због бетонирања мора се преместити радна платформа са грађевинским оплатама да би завршни бетонски обзид издржао средњу основу прстена и фиксирао је у положај за бетонирање. Завршни монолитни бетонски обзид дебљине је 500 mm и ојачан челичном мрежом; наравно арматура челика мора бити постављена у исправни положај пре него што се оплата помери и фиксира. Бетон посебних карактеристика припрема се у локалном постројењу и довози на локацију окна. На радилиште у окну, транспортује се у ведрима намењеним за пренос бетона. Корак бетонирања завршног обзида је висине до 3 m и ради се у 24-часовном циклусу, наредног дана следе наредна 3 m бетонирања. У зависности од удаљености између средњих прстенова и раздаљине између отвора главног држача за скелу, понекад морамо подесити / смањити висину бетонирања. Просечна ефикасност бетонирања завршног обзида је 2,7 m/дан. Када завршимо завршни бетонски обзид, померамо радну платформу ниже. Следи маневрисање са платформом за затезање и истовремено монтирање завршне скеле и цеви. Просечна ефикасност ове фазе рада је 7,5 m/дан.

es). If there are no movements or deformations we can make final concrete lining. For concreting we must move working platform with construction formwork for final concrete lining to last intermediate ring foundation and fix it in position for concreting. Final monolithic concrete lining is 500 mm thick and also reinforced with steel mesh; of course steel reinforcement must be installed in correct position before formwork is moved and fixed. Concrete with special characteristics is prepared in local concrete-plant and transported to shaft site. Further, down shaft, it is transported in kibbles designed for concrete transportation. One step of concreting final lining is up to 3 m high (which is determined by formwork height) and we are doing it in 24 hour cycle; so next day we move up working platform with formwork for next 3 m and execute concreting in next section. Depending on distance between intermediate ring foundations, and distance between openings for main holder for ladder compartment, sometimes we must adjust/reduce height of concreting step. Average efficacy at concreting final lining is 2,7 m/day. When final concrete lining is finished, we move working platform in lower position. Then we make manoeuvre with tensioning platform and simultaneously we install final ladder compartment and all pipelines. Average efficacy at this phase is 7,5 m/day.



Slika / Figure 4, Okno, skela / Shaft, ladder compartment

У једној смени ради десет до једанаест радника, укључујући електричара и механичара за основно одржавање. Рад се одвија у три смене, седам дана недељно. Просечна ефикасност радова изградње окна је 0,6 m/дан.

One shift crew is ten up to eleven workers including electrician and mechanic for basic maintenance. Work is running in three shifts, seven days a week. Average efficacy at complete shaft sinking is 0,6 m/day.



Слика / Figure 5, Радови у окну / Work at the site in shaft

ГЕОЛОГИЈА

Као што је већ речено, геологија на локацији новог окна била је добро позната и пре него што смо почели са пројектом. Упркос чињеници да обављамо додатно испитивање бушењем. Бушотина ЈУГ - 48/09 (дубина 521m) ископана је у профилу новог окна. Језгро из ове бушотине коришћено је за тачну геолошку проспекцију.

Из геолошких проспеката смо знали да ћемо у првих 100 m морати прећи три пакета геолошких слојева који садрже воду (песак, шљунак). За прецизнија хидрогеолошка сагледавања избушена је бушотина ЈУГ-49/09, дубине 175 m, удаљена 35 m од центра окна. Количина воде процењена је за све три серије, за накнадна праћења сензори притиска постављени су у одвојеним слојевима. Према овом хидро-геолошком истраживању, процењен је прилив воде током изградње окна од 150 до 320 l/min, из све три геолошке серије.

Стварни прилив воде на ископу у првој серији (дубина 28 – 39 m) на почетку био је 80 l/min, касније је пао на 40 l/min. Били смо спремни за одводњавање, Овај прилив није представљао никакав проблем за извођење радова.

У другој серији (дубина 49 – 60 m) прилив је био много већи. На дубини 52 m имали смо воду и песак који су зауставили радове за неколико дана. Прилив воде је био више од 200 l/min на почетку, касније је смањен и стабилизован на 80 l/min. Уочено је и присуство гасова. У тренутку првог прекида радова, концентрација метана - CH_4 повећавала се до 7% запремине. Испумпавали смо воду и уклањали песак неколико дана пре него што је притисак воде опао. Стално смо пратили притисак гаса и воде сензорима притиска који су инсталирани у бушотини ЈУГ-49/09.

GEOLOGY

As already mentioned, geology on location for new shaft was well known even before we started with the project. Despite this fact we execute additional exploration drilling. Borehole JUG – 48/09, depth 521 m, was drilled in the profile of new shaft. Core from this borehole was used for exact geologic prospection.

From geologic prospection we knew that in first 100 m we will have to cross three packages of geologic layers which are containing water (sand, gravel). For more precise hydro-geologic survey another borehole, JUG – 49/09 (depth 175 m), was drilled in distance of 35 m from shaft centre. Water affluence was estimated in all three packages, and pressure sensors were installed in separate layers for latter monitoring. According to this hydro-geologic survey anticipation for water afflux during shaft sinking was 150 up to 320 l/min, from all three packages.

Actual water afflux at excavation in first package (depth 28 - 39 m) was 80 l/min at the beginning and later dropped to 40 l/min. We were prepared for dewatering and this afflux cause no problem.

In second package (depth 49 – 60 m) water afflux was much bigger. At depth of 52 m we had water and fine sands irruption which stopped us for several days. Water afflux was more than 200 l/min at the beginning, later reduced and stabilized at 80 l/min. Presence of gases was detected. At the time of first irruption concentration of methane - CH_4 rises up to 7 vol. %. We were pumping water and removing irrupted sand for several days before water pressure has dropped. We were constantly monitoring gas and water pressure by pressure sensors which were installed in borehole JUG – 49/09.

На основу искуства са другом серијом, били смо веома опрезни када смо се приближавали трећој серији (дубина 85 – 95 m). Извршили смо додатно истражно бушење, међутим из овог слоја готово да није било прилива воде. Присуство гаса и воде у овој серији била је знатно нижа од очекиване, и радовима смо прошли без проблема. Са геолошког аспекта, услови су били добри. Имали смо неколико метара чвршћих и тврдих слојева, али нисмо имали значајних проблема.

ГЕОТЕХНИЧКИ НАДЗОР

За тако амбициозну подземну конструкцију као што је окно, веома је важно имати адекватан геотехнички надзор. Одређени технички параметри о самој конструкцији и њеном утицају на околину морају се стално пратити. Да би се постигла захтевана тачност при изградњи окна, геодетски надзор је веома важан. Осим сондирања и вођења при ископавању и бетонирању, геодетски надзор завршног обзира обухвата и надгледање померања на површини око окна. Поред тога, урађене су три вертикалне бушотине око окна, да би се осматрала могућа померања горњих хоризоната до 100 m. Геолошко и хидрогеолошко осматрање изводи се свакодневно. Геотехнички профили (екстензометри, конвергентни профили) су инсталирани у оквиру примарне подршке када је потребно (у зависности од геолошких услова). Још неколико техничких параметара је мерено и надгледано. На пример, технички параметри о контроли квалитета бетона или технички параметри о вентилацији.

ЗАКЉУЧАК

Пројекат изградње новог вентилационог окна у Руднику угља Велење тече добро. Тренутна дубина је 393 m и радови се завршавају. Успешно смо извели радове кроз првих 100 m, као најтежој геолошкој деоници од укупних 393 m. У тренутку писања овог рада ми смо у завршној фази пројекта. У децембру 2017. године успоставили смо везу са подземним ходницима у Руднику угља Велење.

With experience from second package, we were very careful when we were approaching third package (depth 85 – 95 m). We execute some additional exploration drilling, but there was almost no water afflux from this layer. Permeability to gas and water in this package was much lower and we crossed it with no problems. According to geologic prospecting geologic conditions was good. We had several meters of more solid and hard layers but we didn't have significant problems.

GEOTECHNICAL SURVEILLANCE

For such pretentious underground construction as mine shaft, it is very important to have adequate geotechnical surveillance. Certain technical parameters about construction itself and its influence to surrounding must be constantly monitored. To achieve demanded accuracy at shaft sinking geodetic surveillance is very important. Beside sounding and guiding at excavation and concreting the final lining geodetic surveillance also includes ground movement surveillance on the surface around the shaft. Additionally we have three vertical borehole inclinometers, which are located around the shaft, to observe possible horizontal movements in top 100 m strata. Geologic and hydro-geologic observation is done on daily basis. Geotechnical profiles (extensometers, convergence profiles) are installed in primary support when needed (depending on geologic conditions). Of course, there are several more technical parameters which are measured and monitored. For instance technical parameters about concrete quality control, or technical parameters about ventilation in the shaft.

CONCLUSION

Shaft sinking project for new ventilation shaft at Premogovnik Velenje, is running well. At the moment shaft depth is 393 m and we finish with a shaft sinking. We have successfully sunk the shaft through first 100 m, which was geologically most difficult part of whole 393 m. At the moment of writing this paper, we are in the final phase of the project. In December 2017 we established a connection with underground tunnels in the Coal Mine Velenje.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Junge M., Technical study, P017-09/002, Production shaft - Premogovnik Velenje, STIEPF AG, 2009.
2. Fuhrmann J., Koch M., Technical study, O-26234, Velenje Main Shaft Hoisting Installation "NOP II", Siemens Tecberg, 2011.
3. Čížmek D., Golob L., Lajlar B., A new production shaft at Velenje coal mine, Premogovnik Velenje - IV. Balkanmine Congress, Ljubljana 2011.
4. Golob L., Lajlar B., Kamenik M., Rovsник M., Investicijski program INVD NOP II ver. 2010/7A Racionalizacija glavnega odvoza, Premogovnik Velenje, 2010.
5. Lajlar B. et al., RP-370/2010BL Izvedba pripravljalnih del za izdelavo jaška NOP II, Premogovnik Velenje, 2010.
6. Lajlar B. et al., RP-368/2010BL Izdelava jaška NOP II, Premogovnik Velenje, 2010.
7. Ranzinger M., Izdelava vertikalnih podzemnih transportnih poti, Ljubljana, 2013.

СОФИСТИЦИРАНА ИЗГРАДЊА ДУБОКИХ РУДАРСКИХ ОКАНА SOPHISTICATED CONSTRUCTION OF DEEP MINING SHAFTS

DOI: 10.25075/BM.2017.02

Радомир Митић¹
 Саша Митић²

Radomir Mitić¹
 Saša Mitić²

¹ Инжењерска академија Србије

¹ Engineering Academy of Serbia

² Рударски институт Београд

² Mining Institute Belgrade

podzemna@ribeograd.ac.rs

podzemna@ribeograd.ac.rs

Сажетак: У овом раду је приказана методологија, односно све пратеће радње које се предузимају код израде дубоких окана. Описана је сама технологија, формирање рудничког насеља, као и пратеће делатности - формирање уговора, и пратећа законска регулатива. На појединим примерима је приказано на који начин се приступа самој изради и решавају одређени проблеми који могу настати пре и током саме израде окна. Посебно је описан роботизовани процес израде окна.

Кључне речи: окно, израда, роботика

Abstract: This paper shows the methodology, that is, all the supporting activities that are undertaken in the construction of deep shafts. We describe the technology, formation of mining village, as well as all the supporting activities - design of contracts and supporting legal regulations. In some examples, it is shown how to approach the construction itself and solve certain problems that can arise before and during the construction of the shaft. The robotized process of shaft construction was described separately.

Key words: Shaft, construction, robotic

УВОД

У непосредној будућности очекује нас силазак у све веће дубине ради подземне експлоатације металичних минералних сировина, нпр. бакра у Бору (лежиште "Борска река"), лежиште Чукару Пеку и лежиште јадарита код Лознице, али и за подземну експлоатацију угља, нпр. у руднику „Соко“. Значи треба планирати, пројектовати, градити и експлоатисати дубока окна са дубином од преко 1000-1200 m [6,8].

На основу закупљеног права истраживања металичних минералних сировина у Тимочком

INTRODUCTION

In the immediate future, we are expected to descend into deeper depths for the underground exploitation of metallic mineral raw materials, for example, copper in Bor (Borska Reka deposit), Čukar Peku deposit and iadarite deposit near Loznica, but also for underground exploitation of coal, for example, in the mine "Soko". Therefore, we need to plan, design, build and exploit the deep shafts which are more than 1000-1200 m deep [6,8].

Based on the leased right to research metallic mineral resources in the Timisoara Andesitic massif,

андезитском масиву извршена су одређена испитивања и откривено велико и богато лежиште налазишта бакра и злата, Чукару Пеку, које према расположивим подацима садржи преко 70 милиона тона руде. Садржај бакра је 2,6%, а злата 1,5 грама по тони руде. То значи да лежиште садржи око 1,8 милиона тона бакра и око 100 тона злата. Ово лежиште по тренутним ценама метала на Лондонској берзи метала (ЛМЕ) вреди око 13 милијарди долара.

Изнети подаци говоре да поменуте количине богате руде могу да у блиској будућности омогуће велику производњу, иако се лежиште налази на дубини од преко 1.000 метара. Ту је и изазов да се одмах припремимо за градњу будућих извозних и вентилационих окана дубине 1.200 и више метара. Верујемо да ово лежиште заслужује савремено пројектовање и примену софистицираних метода и изградње окана као и избор софистицираних метода подземног откопавања руде уз максимално искоришћење супстанце – а ту пре свега долазе методе из групе масивног добијања руде зарушавањем, као што је блок – кејвинг и разне варијанте подетажног зарушавања, или ако рударско-геолошки услови дозвољавају, аутоматизовано откопавање широким челом.

Да би се остварила правилна и ефикасна реализација и изградња окана, неопходно је извршити неке припремне радње, јер „добра припрема је пола посла“, а то пре свега значи обавити обавезна истраживања како следи у даљем тексту и регистровати и обрадити све податке.

ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА

Када је већ одређена локација будућег окана обавезно је избушити истражну бушотину у центру планиране осе окана или у непосредној близини истог, методом дубинског бушења уз комплетно језгровање и регистровање свих појава у току израде бушотине, како би се добили релевантни технички, физички, хемијски, хидролошки, гасоносни, температурни, минеролошки, петрографски и остали подаци и паралелно извршила лабораторијска испитивања добијених узорака на чврстоћу, резивост, бушивост, отпорност на минирање, систем прелина и пукотина, грануларацију при ископу стене, било резањем или бушењем и минирањем.

Такође, треба утврдити евентуалну појаву подземних вода, њихов хемијски састав и локацију истих, као и њихову агресивност, притисак, температуру и остале параметре, како би се сагледао комплетни софистицирани инжењеринг

certain tests were carried out and a large rich deposit of copper and gold, namely Čukar Peku, was found, which, according to the available data, contains over 70 million tons of ore. Consistency of copper is 2.6% and of gold is 1.5 grams per ton of ore. This means that ore deposit contains about 1.8 million tons of copper and about 100 tons of gold. This ore deposit is worth about 13 billion dollars according to the current prices of metal on the London Metal Exchange (LME).

The data show that the mentioned abundant ore quantities can in near future enable large production, although the deposit is located at the depth of more than 1,000 meters. It is also a challenge to prepare immediately for the construction of future transportation and ventilation shafts of 1,200 meters and more. We believe that this ore deposit deserves modern design and application of sophisticated methods of shaft construction, as well as the selection of sophisticated methods of underground ore excavation with maximum exploitation of the substance - this first of all includes the methods from the group of massive ore mining by caving, such as block-caving and various variants of sub-floor caving, or if the mining and geological conditions allows do, the automated excavation with a wide breast.

In order to achieve accurate and efficient realization and construction of the shaft, it is necessary to perform the obligatory preparatory actions, because “good preparation means half the work done”, which above all else means to perform mandatory research as described later in the text, and process all the data.

PREVIOUS RESEARCH AND TESTS

When the location of the future shaft is determined, it is necessary to drill an exploration borehole in the center of the planned axis of the shaft or in the immediate vicinity of it, by method of deep drilling with complete coring and registration of everything that occurs during the drilling of the borehole, in order to obtain the relevant technical, physical, chemical, hydrological, gaseous, thermal, mineralogical, petrographic and other data and simultaneously perform laboratory tests of the obtained samples on strength, resilience, drilling, blast resistance, crack and fracture system, granulation during excavation of the wall, either by cutting or drilling and blasting.

Moreover, possible occurrence of underground waters should also be determined, their chemical content and location, as well as their aggressiveness, pressure, temperature and other parameters, in order to consider the entire sophisticated engineering of shaft construction. This should also include

изградње окана. Овде треба укључити и снабдевање радилишта потребном опремом и репроматеријалима, као и ангажовање стручне радне снаге, надзорно-техничког особља и менаџмент.

Посебно проверити финансијску стабилност фирме која ће изводити радове и њен бонитет, те њен углед у пословном свету.

Избор извођача радова на бушењу

Избор извођача радова на бушењу планиране истражне бушотине од битног је значаја, како у погледу опреме са којом постављени задатак треба обављати, тако и у погледу квалитетног персонала који треба да изврши комплетни посао и прикупи/регистраује све појаве од важности и то на сваком метру бушотине: језгровањем, мерењем, снимањем и израдом потребне документације. О свему инвеститор или власник рудника, односно од њега ангажована кућа, мора да сачини одговарајући уговор са максимално прецизираним обостраним обавезама, уз потребна осигурања, гаранције и уверења, да ће предвиђени посао бити адекватно извршен и потребни подаци добијени.

Снимање бушотине

Код снимања бушотине треба користити и услуге специјализованих фирми за израду карата же бушотине по целој њеној дужини. Не треба пропустити да се региструју евентуалне коморе, каверне и слични подземни простори, како би се код дубљења окна предвидела одговарајућа неопходна обезбеђења и одржала потребна безбедност рада, особља и опреме.

Гасоносност

Гасоносност је такође неопходно регистровати и узимањем узорака утврдити хемијски састав гасова, притисак и евентуалну опасност по запослене и штетност по опрему, јер често у стенама постоје депоновани гасови као што су угљен диоксид, угљен моноксид, сумпор диоксид, азотни гасови, метан и други угљоводоници, од којих неки могу бити и експлозивни у одређеној концентрацији. За мерење састава јамског ваздуха треба обезбедити одговарајућу опрему.

Салинитет вода

Салинитет вода је неопходно одредити како би се припремила адекватна одећа (скафандери) и заштитне наочаре, јер слана вода оштећује очи и кожу људског тела, па се и за такав случај треба припремити.

providing the construction site with the necessary equipment and materials, as well as the engagement of professional workforce, monitoring and technical staff and management.

Financial stability of the company that will execute the works should be checked separately, as well as its credit worthiness and reputation in the business world.

Selection of contractors for the drilling

Selection of contractors for the drilling of the planned exploratory borehole is very important, both in terms of the equipment which is to be used for the task, and in terms of the quality personnel which is supposed to perform the entire works and collect/register all occurrences of importance at every meter of the borehole by: coring, measuring, surveying and designing the necessary documentation. Investor or the owner of the mine, i.e. the company engaged by him, must make an adequate contract about everything stating the mutual obligations as precisely as possible, and with necessary insurance, warranty and certification that the intended work will be performed adequately and that the necessary results will be achieved.

Borehole surveying

When carrying out borehole surveying, services of the companies that specialize in production log along its entire surface should also be used. It should not be missed to register possible chambers, caverns and similar underground spaces in order to anticipate the appropriate necessary safety of shaft sinking and maintain the necessary safety of the work, personnel and equipment.

Gassiness

It is also necessary to register gassiness and determine the chemical properties, pressure and potential danger of gas for the employees and harmfulness to equipment by taking samples, because rocks usually contain deposited gases, such as carbon-dioxide, carbon-monoxide, sulfur dioxide, nitrogen gases, methane and other hydrocarbons, some of which may be explosive at a certain concentrations. Adequate equipment should be provided for measuring the properties of the pit air.

Salinity of waters

Salinity of waters needs to be determined in order to prepare the adequate cloths (overalls) and protective glasses, because salty water damages eyes and skin of human body, so we need to prepare for this as well.

Температура вода

Температуру евентуалних подземних вода кроз цео вертикални профил окна треба регистровати и спремити се за евентуални рад у условима високе температуре воде, уз коришћење посебних одела (скафандера), обуће и маске. Такође, предвидети регулисање температуре остваривањем такве воде да се природно хлади или чак допремом хладне воде ради мешања са природно топлим водом и свођењем на дозвољену радну температуру. Ради обезбеђења хладне воде за расхлађивање чела радилишта окна, потребно је инсталирати одговарајући систем за хлађење. У случају појаве воде чија температура прелази границу безбедног рада, потребно је ангажовати потапајуће пумпе одговарајућег квалитета и капацитета за избацивање воде на површину.

Физичко-механичке карактеристике радне средине

Физичко-механичке карактеристике радне средине, минеролошки састав и отпор резању, бушењу и разарању експлозивом, треба одредити лабораторијским испитивањима, како би се извршио што правилнији избор опреме за бушење и предвидела заштита од прашине која настаје при изради минских бушотина. Овде треба предвидети и одговарајућу заштиту опреме од хабања и штетног деловања воде која често садржи штетне материје.

Минерски радови

Минерским радовима у радним условима са повећаном влажношћу ваздуха посебну пажњу треба посветити избору, складиштењу, транспорту и примени одговарајућег експлозива и средстава за паљење, како би се постигла задовољавајућа ефикасност у раду. Посебну пажњу посветити евентуалној појави запаљивих, и у одређеној мешавини са ваздухом, експлозивних гасова (метан и др.).

Температура стена

Температуру стена приликом израде профила окна треба унапред познавати како би се утврдио температурни градијент и обезбедила неопходна опрема за хлађење чела радилишта довођењем хладне воде са површине уз коришћење одговарајућих клима уређаја (хладионика) на челу радилишта или у непосредној близини. Овде се пројектом има остварити одговарајућа набавка и монтажа доводног и повратног це-

Water temperature

Temperature of potential underground waters throughout the entire vertical profile of the shaft needs to be registered and prepared for a possible work in conditions of high temperature of waters, with use of special cloths (overalls), shoes and masks. Also predict the regulation of the temperature by leaving the water to naturally cool down, or even by providing cold water in order to mix it with the naturally hot water and decrease the temperature to the allowed operating temperature. For the purposes of providing cold water for cooling down of the breast of the shaft, it is necessary to install an adequate cooling system. In the event of the occurrence of water which temperature surpasses the level of safe operation, it is necessary to engage immersion pumps of appropriate quality and capacity for pumping out the water to the surface.

Physical and mechanical characteristics of the working environment

Physical and mechanical characteristics of the working environment, mineralogical properties and resistance to cutting, drilling and blowing by explosives, should be determined by laboratory tests in order to make the best selection of drilling equipment and predict the protection against dust that is made in the process of drilling boreholes. Here, we should also predict adequate protection of equipment from wear and tear and harmful effects of water which often contains harmful substances.

Miner works

In miner works in working conditions with increased humidity of air special attention should be given to the selection, storage, transportation and application of adequate explosives and ignition devices, in order to achieve the satisfactory efficiency in the operation. Special attention should be given to the potential occurrence of flammable and, in certain mixture with air, explosive gases (methane, etc.)

Rock temperature

In designing the profile of the shaft, rock temperature should be known in advance in order to determine the temperature gradient and provide the necessary equipment for cooling of the breast by transporting the cold water from the surface with help of appropriate air conditions (fans) at the breast of the shaft or in its immediate vicinity. Here, the project has to procure and assemble an inlet and return pipeline for the supply of nec-

вовода за допрему потребне воде за хлађење уз коришћење посебних спојница на цевоводу које су способне да издрже оптерећења самоносећих, односно висећих цевовода, јер се исте не ослањају на носаче у окну (конзоле). Оваква специјална врста спојница цеви се обавезно користи код израде дубоких окана [5].

Вентилација

Одговарајућим системом вентилације снабдевање се чело радилишта свежим ваздухом, који се користи делом за потребе запослених, а делом за хлађење околних стена кроз које се дуби окно. Такође, правилном вентилацијом чела радилишта обезбеђује се и одвођење истрошеног ваздуха и прашине на површину, чиме се знатно побољшавају радни услови.

Опрема за бушење утовар

За као погонска енергија за рад изабране опреме за бушење и утовар користи се компримирани ваздух, који треба довести са површине самоносећим/висећим цевоводом са одговарајућим спојницама [1,5].

Код савременијих машина за бушење и утовар за погон се користи већ увелико разрађен систем хидрауличких уређаја.

Систем комуникације

Између површине и чела радилишта окна мора постојати стална телефонска или радио веза, како би надзорно-техничко особље у сваком тренутку могли да прате рад на челу радилишта, како би се осигурало обавештавање о било каквој потреби интервенције, нпр. у случају повреде запослених, оштећења опреме или неких других проблема.

У циљу побољшања комуникације и боље контроле рада, као и документовања изведених радова у новије време се на одређеним локацијама инсталирају видео камере које на адекватан начин региструју сва збивања челу радилишта и на висећој радној платформи окна. За те сврхе инсталирани су одговарајући висећи самоносећи каблови са двојним напајањем електричном енергијом и то из електро мреже и из акумулатора.

Да би се осигурала неопходна видљивост на радном месту, поред личних лампи запослених, реализује се и посебно осветљење, са одговарајућим рефлекторима заштићеним од утицаја влаге, воде и прашине, а снабдевање енергијом се постиже довођењем исте помоћу електричног самоносећег кабла (ојачаног челичним ужетом или, у новије време, ужетом од вештачких влакана).

essary cooling water with the use of special couplings on the pipeline that are able to withstand the loads of self-supporting or hanging pipelines, because they do not rely on the carriers in the shaft (consoles). This special type of pipe couplings is used for design of deep shafts [5].

Ventilation

The breast of the shaft will be provided with fresh air with the adequate ventilation system, which is partly used for the purposes of the employees and partly for cooling the surrounding rocks which are being drilled. Moreover, correct ventilation of the breast of the shaft also provides removal of used air and dust back to the surface, which significantly improves the working conditions.

Equipment for drilling and loading

Compressed air is used as the driving energy for the operation of the selected drilling and loading equipment, which should be brought from the surface with a self-supporting / hanging pipeline with the corresponding couplings [1,5].

When it comes to the modern drilling and loading machines, the already developed system of hydraulic devices is used.

Communication system

There must be a permanent telephone or radio connection between the surface and breast of the shaft, so that supervisory and technical staff at any moment can monitor work on the shaft, in order to ensure that any intervention is needed, for example, in the event of employee injury, equipment damage or other problems.

In order to improve communication and better control of the work, as well as recording the performed works, nowadays video cameras are installed in certain locations, which adequately register all events at the breast of the shaft and on the suspended work platform of the shaft. For these purposes, suitable self-supporting hanging cables with dual power supply from the power network and from storage battery have been installed

In order to ensure the necessary visibility at the workplace, in addition to the personal lamps of the employees, special lighting is also provided with appropriate reflectors protected from the influence of moisture, water and dust, and the supply of energy is achieved by bringing the energy with an electric self-supporting cable (reinforced with steel rope or, more recently, a rope of artificial fibers).

Бетонирање окна

Снабдевање бетоном за израду сталне бетонске облоге врши се одговарајућим цевоводом-бетонowodом, који се после сваке цикличне употребе испере чистом водом. Ако се окно подграђује тибинзима предвиђа се посебна опрема за уградњу и заптивање [2].

Снабдевање техничком водом

Снабдевање потребном количином техничке воде код бушења минских бушотина ради обарања прашине и заштите од пнеумоникоза (силикоза плућа и сл.), врши се посебним цевоводом.

Снабдевање електричном енергијом

Снабдевање електричном енергијом потребно је обезбедити из два независна извора напајања. Уколико то није могуће (нпр. ако се окно изграђује у зони без високонапонске мреже) онда се електрична енергија обезбеђује помоћу дизел агрегата. У случају прекида снабдевања електричном енергијом у току смене, раднике са чела окна треба извести напоље, а за то се користе посебни сигурносни уређаји – кош за две особе, са посебним погоном на дизел гориво.

Извоз ископаног материјала и снабдевање репроматеријалом

За извоз ископаног материјала (минирањем, резањем, итд.) користе се одговарајућа ведрa, а за снабдевање потребним репроматеријалима, експлозивом и експлозивним средствима користе се посебна ведрa или кошеви.

За минирање се користи посебни самоносећи кабл, који је се налази на посебном катуру у торњу на површини, и који се, по потреби, спушта до чела радилишта и подиже помоћу посебног витла.

Извозни торањ

Да би се сви одговарајући уређаји од витлова могли преко катурача ужадима спустити да висе у окну, неопходан је извозни торањ одговарајуће конструкције на коме се монтирају потребне катураче. Торањ може бити челичне или армиранобетонске конструкције, а зависно од плана инвеститора пројекта, торањ се може пројектовати и изградити:

а) за употребу само код изградње окна и осталих пратећих објеката (навозишта, комора, пумпне станице, водосабирника, водних врата/брана, комора за радионице, мензе, за дробилану, комо-

Shaft concreting

Supply with concrete for the production of a permanent concrete lining is carried out with the appropriate pipeline-concrete piping, which is cleaned after each cyclic use with clean water. If the shaft is supported with tibings, special equipment for installation and sealing is provided [2].

Supply with technical water

Supply with the necessary amount of technical water for drilling of mine boreholes in order to lower dust and protect against pneumoniosis (lung silicosis, etc.) is carried out with a special pipeline.

Supply of electricity

Electricity needs to be provided from two independent power sources. If this is not possible (for example, if a shaft is made in a zone without a high-voltage network) then the electricity is provided by a diesel engine. In case of interruption of power supply during shift, the workers from the breast of the shaft should be go outside, using special safety devices - a hopper for two persons, with special engine for diesel fuel.

Transportation of the excavated material and supply of material

Suitable vessels are used for the transportation of excavated material (by blasting, cutting, etc.), and special vessels or hoppers are also used to supply the necessary raw materials, explosives and explosive devices.

For blasting, a special self-supporting cable is used, which is located on a special hose reel in the tower on the surface, and, if necessary, it descends to the breast of the shaft and is lifted using a special winch.

Export tower

In order to allow all suitable winding devices to be lowered into the shaft via hose reels, an export tower of the appropriate structure is needed to mount the necessary reels. The tower can be a steel or reinforced concrete construction, and depending on the plan of the project's investors, the tower can be designed and built:

a) for use only in the construction of shaft and other accompanying facilities (pit-eye, chambers, pumping stations, water pumps, water doors / dams, workshops chambers, canteens, coal crushing mill, isolation chambers in case of emergency and the arrival of the rescue team, storage of explosives and ignition devices, tools and equipment

ре за изолацију у случају хаварије до доласка екипе за спасавање, магацина експлозива и упаљача, магацина алата и опреме, магацина дизел горива – ако ће се користити дизел утоварна и транспортна опрема, ремизе локомотиве, коморе за пунилишта скипова и приручних бункера, главних ходника отварања и разраде лежишта);

б) за коришћење при изradi окна и објеката поменутих под а) и за касније коришћење код редовне производње рудника. У овом случају се са торња демонтира сва опрема за изradу, а угради опрема за сталну производњу. У овом случају постиже се одговарајућа уштеда у трошковима изградње објеката у целини.

У сваком случају овде се мора остварити неопходна блиска сарадња инвеститора и извођача радова, на обострано задовољство и корист.

Бетонирање и монтажа арматуре окна

За рад на бетонирању и монтажи арматуре окна: попречница, вођица кошева-скипова, пролазног одељења, носача сталних каблова и цевовода, користе се одговарајуће вишеетажне висеће бине-платформе [2].

Витлови и извозне машине

За померање свих цевовода, каблова, извозних судова користе се одговарајући витлови на електропогон, односно за главни извоз ископа користе се једнобубњасте или двобубњасте извозне машине, а неретко и бобине.

Извозна ужад

За извоз материјала, померање витлова и превоз људи користе се одговарајућа челична ужад, обичне или затворене конструкције, с тим да се са порастом дубине челична ужад замењују лакшим и јачим ужадима од вештачких влакана. Сва ужад морају бити испитана и атестирана од стране одговарајуће акредитоване лабораторије [4].

Снабдевање компримираним ваздухом

Да би се обезбеђивала потребна енергија компримираног ваздуха, неопходно је инсталирати компресорску станицу, потребног капацитета.

Сервисирање опреме

За сервисирање опреме организују се одговарајуће радионице, почев од оштрења бургија па преко механичке, електро, браварске радионице, до перионице возила, итд.

warehouse, diesel fuel storage unit- if diesel loading and transport equipment will be used, locomotives, chambers for filling of skips and hand-bins, main corridors for opening and exploration of the deposit);

b) for use in the construction of shafts and facilities referred to in item a) and for later use in the regular mine production. In this case, all the equipment for the construction is removed from the tower, and the equipment for permanent production is installed. Thus, appropriate cost savings are achieved in the construction of the facility as a whole.

Be that as it may, the necessary cooperation between the investor and the contractor must be realized here, on mutual satisfaction and benefit.

Concreting and installation of shaft reinforcement

For working on concreting and installation of shaft reinforcement: Appropriate multi-story hanging stage platforms are used for traverse, ropes of hoppers-skips, through rooms, carrier of permanent cables and pipelines [2].

Winches and export machines

For the movement of all pipelines, cables, export vessels, appropriate electropneumatic winches are used, that is, one-barrel or double-barrel export machines are used for the main export of the excavation, and sometimes bobbins are also used.

Export ropes

For the export of materials, the movement of winches and the transport of people, appropriate steel ropes, plain or closed structures are used, with the steel ropes being replaced with lighter and stronger ropes of artificial fibers with increasing depth. All ropes must be examined and certified by a suitably accredited laboratory [4].

Supply with compressed air

In order to provide the required compressed air energy, it is necessary to install the compressor station of the required capacity.

Servicing of equipment

For the servicing of equipment, appropriate workshops are organized, starting from the sharpening of drills and mechanical, electrical, locksmith workshops, to the car wash, etc.

Санитарни део

Ради одржавања хигијене морају се организовати купатила са топлотом и хладном водом, бела и црна гардероба, кухиња, као и сви потребни санитарни и клима уређаји. Обавезни део обухвата и потребан смештај, простор за особље, ресторан и тоалет.

ОБЈЕКТИ НА ПОВРШИНИ

Како се ради о изradi огромног капиталног објекта-дубоког окна (или два окна) са пратећим објектима ту ће свакако бити ангажован потребан број радника разних струка и квалификација, а тај број није мали, због тога је неопходно изradити одређени број објеката разне намене на површини.

Ту се мисли пре свега на здравствену станицу са стационаром, лекаром и медицинским особљем, као и апотеку снабдевену потребним лековима и прибором.

Стамбени комплекс (колонија) треба да има одговарајуће културне, спортске, забавне и верске садржаје, о чему се мора водити рачуна при пројектовању спољних објеката.

За квалитет живота, хигијене и пројекта у целини током извођења радова (а и касније) треба обезбедити одговарајуће снабдевање здравом, чистом пијаћом водом у довољним количинама, и то прикључком на одговарајући јавни водовод, или реализовати свој сопствени водовод, са захватом, чишћењем, хлорисањем и обезбеђењем од могућег загађења, као и сталном контролом квалитета. У тако великом кампу има и доста отпадног материјала, фекалија и сл. па и то треба на задовољавајући начин решити на најмодернији начин уз коришћење савремене опреме.

Огроман број људи, често и породице са децом и животињама љубимцима, у кампу тражи и одговарајуће посебно снабдевање храном, пићем, хигијенским потрошницама, одећом па и то треба сагледати и обезбедити.

Честа удаљеност од најближих већих места, саобраћајница, ауто путева, железнице, аеродрома, тражи организацију добре путне инфраструктуре и средстава транспорта, аутобусима, санитарска возила, теренска возила.

У таквим случајевима се у непосредној близини градилишта организује изградња хелиодрома на који, по потреби по позиву долећу, хеликоптери, нарочито здравствене службе, због чега треба одржавати сталне контакте са најближим јавним установама.

Sanitation

In order to maintain hygiene, bathrooms with warm and cold water, white and black dressing rooms, kitchen, as well as all necessary sanitary and air conditioners must be organized. The obligatory part includes the necessary accommodation, a room for the staff, a restaurant, a toilet.

OUTDOOR FACILITIES

Considering that this is about the construction of a huge capital facility - a deep shaft (or two shafts) with accompanying facilities, there will certainly be a need for the number of workers of various professions and qualifications, and this number is not small, therefore it is necessary to create a number of facilities for various purposes on the surface.

First of all, here we are talking about a stationary health station, a doctor and medical personnel, as well as a pharmacy equipped with the necessary medicines and accessories.

The residential complex (colony) should have appropriate cultural, sports, entertainment and religious contents, which must be taken into account when designing outdoor facilities.

For the quality of life, hygiene and the project as a whole during the execution of the works (and even later), adequate supply of healthy, clean drinking water in sufficient quantities should be provided, by connecting to the appropriate public water supply system, or by realizing personal water supply system, by means of water tapping, cleaning, chlorination, protection against possible pollution, as well as constant quality control. In such a large camp there is also a lot of waste material, feces etc. and this should be satisfactorily solved in the most modern way by using modern equipment.

A lot of people, often families with children and pets, are in the camp which also requires special food, drink, hygiene and clothing, and this should be looked at and provided.

The frequent distance from the nearest major cities, roads, highways, railways, airports, requires the organization of good road infrastructure and transportation means, such as buses, medical vehicles, terrain vehicles.

In such cases, in the immediate vicinity of the construction site, the construction of heliports is organized, where helicopters, especially for medical services, come as required, and therefore, constant contacts with the closest public institutions should be maintained.

Велика маса света хетерогеног састава, наше навике, често недовољно лепо васпитање, коришћење алкохола, дроге, присуство проституције, ствара међу људима злу крв, па и криминалне радње дођу до изражаја, због чега треба одржавати потребне контакте са локалном полицијом, жандармеријом и сличним службама јавне безбедности.

Дружење са локалним становништвом може бити и корисно и штетно, па треба водити рачуна: да ли постоје неке болести као што су ХИВ (АИДС), сифилис, ебола, туберкулоза и сл. па предузети одговарајуће мере. Често се дешава да се са локалним људима иде у лов на разну дивљач, која често може бити заражена, нпр. беснило код лисица, па и то избегавати, односно адекватно деловати.

Радозналост људи је неограничена, па често оду у посету и оближњим манастирима (ако их има), без обзира на језичке баријере где се друже, набављају алкохолна пића, а није редак случај да ступе у хомосексуалне односе, који могу да буду здравствено опасни.

Дешава се и да је локално становништво непријатељски расположено према градитељима из кампа/насеља, па и ту треба осигурати безбедну ограду кампа, одговарајуће улазно-излазне капије и наравно, чуваре, чак ако треба и наоружане стражаре.

За процес израде окана неопходно је и коришћење опасних материјала (нпр. тврдог олова за спајање ужета са карабинером и куком, експлозива, те киселина за акумулаторе, разна уља, хемикалије за лабораторију, итд.) од којих настаје опасан отпад који треба прописно ускладиштити, чувати и испоручити на уништење, зависно од прописа земље где се изводе радови.

Често се радови изводе на великим надморским висинама, где су потребне радне машине са посебно конструисаним моторима, где је неопходно инсталирати постројења и насеља далеко од утицаја снежних лавина, а посебно вршити избор персонала за те висинске услове рада, који обавезно морају проћи одговарајући лекарски преглед за утврђивање способности за рад у таквим условима.

И поред тога, може доћи до нежељених последица, па понекад и са смртним исходом, при чему се намеће и проблем повраћаја умрлог кући, уз посебну сарадњу са локалним здравственим, полицијским и пограничним властима, а у иностранству са конзулатом/амбасадом сопствене земље. Неопходна је и сарадња са превозником, рецимо ави-

The great mass of the world of heterogeneous composition, our habits, often inadequate education, the use of alcohol, drugs, and the presence of prostitution, create conflicts among human beings, and even criminal activities become present, which requires maintaining the necessary contacts with the local police, gendarmerie and similar services for public security.

Socializing with local people can be both helpful and harmful, so keep in mind the following: are there any diseases such as HIV (AIDS), syphilis, ebola, tuberculosis, etc. so take appropriate measures. It often happens that local people are hunting for a variety of game, which can often be infected, for example, rabies in fox, so this is to be avoided, i.e. You should respond appropriately.

Curiosity of people is unlimited, and they often go on a visit to nearby monasteries (if any), regardless of the language barriers where they mingle, get alcoholic drinks, and it is not uncommon for them to get into homosexual relationships that can be dangerous to health.

It also happens that the local population is hostile towards campers / villagers, and there also needs to be provided with a safe camp fence, an appropriate entrance-exit gate and, of course, guards, armed if needed.

For the process of shaft construction, it is also necessary to use hazardous materials (e.g. hard lead for connecting the rope with carabiner and hook, explosives, acid for batteries, various oils, chemicals for the laboratory, etc.) from which hazardous waste arises which should be properly stored, kept and delivered for destruction, depending on the regulations of the country where the works are being carried out.

The works are often carried out at high altitudes, where it is necessary to work on the machines with specially designed engines, where it is necessary to install plants and settlements far from the influence of snow avalanches, and in particular to select personnel for these altitude conditions, which must undergo appropriate medical examination for determining their the ability to work under such conditions.

Nevertheless, undesirable consequences may occur, sometimes with a fatal outcome, with the problem of returning the deceased person to home, with special cooperation with the local health, police and border authorities, and in a foreign country and with the consulate / embassy of their own country. It is also necessary to cooperate with the carrier, e.g. airline company, because not every airline will carry

окомпанијом, јер неће свака авио компанија да превози упокојене, пошто се за ове намене обично користи простор испод кокпита (кабине пилота).

Запошљавање одређеног броја људи из редова локалног становништва често условљава држава домаћин пројекта, а ту су и разни синдикати који као организације радника то упорно спроводе. Зато је потребно и ту наћи одговарајуће могућности које ће задовољити све заинтересоване стране. Кад су у питању квалификовани мајстори свих потребних струка и заната, тада иде лакше, али често је у питању обична неквалификована и неписмена радна снага, па треба бити опрезан, јер их треба и обучити/квалификовати за одређена занимања.

У случају наилазак на археолошке или фосилне остатке у току рада, о томе обавестити надлежне институције. То често може бити узрок застоја у раду и спора.

Надзорно-техничка служба

Током извођења радова потребно је организовати надзорно-техничку службу која ће контролисати количине, квалитет уграђеног материјала и водити потребну документацију - рударско-грађевински дневник, рударско-грађевинску књигу и уноси све измене у односу на пројекат, и те измене тачно лоцирати мерењем и правилно регистровати.

РОБОТИЗОВАНА ИЗРАДА ОКАНА

Код роботизоване израде окана методом бушења и минирања потребно је инсталирати и користити [3]:

- компјутеризоване робот машине за бушење и чишћење минских бушотина,
- компјутеризоване машине за утовар канцастог или лопастог типа,
- компјутеризоване робот потапајуће пумпе за одводњавање са чела радилишта,
- компјутеризовану клипну пумпу на висећој платформи за избацивање воде на површину, са једним или више степени потиска.

Да би све функционисало треба имати одговарајући високо образовани технолошко-рударски и рачунарски менаџмент, који би успешно инсталирао и пустио у рад комплетан роботизовани систем (од избора машина па до инсталирања на одређена места), користио га, контролисао и одржавао.

the deceased, since for these purposes, usually the space under the cockpit (pilot's cabin) is used.

Employing a certain number of people from the ranks of the local population is often conditioned by the host country of the project, and there are various unions that serve as workers' organizations, and they continuously deal with this. That is why it is necessary to find adequate possibilities that will satisfy all the shareholders. When it comes to the qualified craftsmen of all trades, it is easier, but usually we deal with ordinary unskilled and illiterate workforce, so it needs to be cautious because they need to be trained / qualified for certain occupations.

If you happen to come across an archaeological or fossil remains during the work, you need to inform the competent institutions about it. This can often be the cause of stoppage of works and disputes.

Supervisory and technical service

During the execution of works it is necessary to organize a supervisory and technical service that will control the quantities, quality of the built-in material and keep the necessary documentation - the mining-construction log, the mining-construction book and enter all the changes in relation to the project, and accurately locate those changes by proper measuring and documentation.

ROBOTIZED SHAFT CONSTRUCTION

When it comes to the robotized shaft construction by means of drilling and blasting, it is necessary to install and use [3]:

- Computerized robot machines for drilling and cleaning of mine boreholes,
- Computerized machines for loading of crab and knob types,
- Computerized robot immersion pumps for drainage from the shaft breast,
- Computerized piston pump on the hanging platform for pumping the water back to the surface, with one or more degrees of pressure.

In order for everything to function properly, we should have the appropriate highly educated technological and mining and computer management, which would successfully install and put into operation a complete robot system (from machine selection to installation to specific locations), used it control it and maintain it.

Тај менаџмент мора да створи и одговарајући радни персонал оспособљен да систем правилно користи како би рад компјутеризованог-роботског система дао жељене резултате.

За откопавање се може користити и роботизовани систем на широком челу, уколико радна средина то дозвољава.

РУКОВОЂЕЊЕ ОСОБЉЕМ

Често се поставља питање шта је управљање, а шта је наређивање, што треба прецизирати за дате услове.

Остваривање сарадње на свим нивоима и уважавање између запосленог и надзорно-техничког особља је врло битно.

Треба слушати и мишљења подређених и кад год је то мишљење исправно и корисно за унапређивање процеса израде окана и уопште јамских објеката, треба га прихватити и применити, а сараднике посебно наградити и јавно их похвалити, јер људи воле стимулације било да су нематеријалне природе – усмене и писмене похвале, доделе плакета, доделе ордена, или материјалне природе – новчане награде, годишњи одмор о трошку предузећа, стручна путовања и сл.

Не треба поистовећивати менаџмент са лидерством, пошто је управљање упућено на организацију, тј. на све неживе ресурсе компаније (технологија, енергија, простор...) а руковођење се готово ексклузивно везује за једини живи компанијин ресурс - за човека - и лидери треба да развијају нове начине разумевања који воде запослене новим квалификацијама, где је учење суштина живота и преживљавање предузећа данас, а то води дуговечности бизниса, тј. што је учење присутније – бизнис је дуговечнији (нема опуштања).

Лидери треба да уче како да управљају „неким“, односно како да воде (умеравају) „неког“.

Стално образовање подређених је неопходност, јер увек има нових сазнања код софистициране изградње окана и других објеката у јами, а посебно код откопавања и редовне производње, посебно ако се може користити роботизовани струг на широком челу, као што се користи у једном подземном руднику бакра у Пољској [3].

Посебан значај за технолошки процес има правилно и безбедно управљање опремом, сировинама и енергијом.

This management must also create an appropriate working personnel capable to use the system properly so that the work of the computerized robot system could give the required results.

Robot system can be used for excavation on the wide shaft breast if the environment allows so.

MANAGING THE PERSONNEL

It is often asked what is managing and what is ordering, what should be explained in more detail for the given conditions.

Realizing cooperation at all levels and appreciation between employee and supervisory-technical staff is very important.

The opinions of the subordinates should be listened and whenever this opinion is correct and useful for improving the process shaft construction and the pit facilities in general, it should be accepted and applied, and the specialists rewarded and publicly praised because people like stimulation be that immaterial - oral and written praise, awarding of plaques, decorations, or material - monetary awards, paid annual leave, professional trips, etc.

Management should not be identified as leadership, since management is directed to the organization, i.e. to all the inanimate resources of a company (technology, energy, space ...) and leadership is almost exclusively linked to the only living company's resource - for man - and leaders need to develop their own ways of understanding which lead the employees to new qualifications, where learning is the essence of life and survival of modern enterprises, which leads to the longevity of the business, i.e. the more learning is more present - the longer the business will last (no relaxation).

Leader should learn how to manage "a person", i.e. how to lead (guide) "a person".

Permanent education of subordinates is a necessity, because there is always something new to learn about the sophisticated construction of shafts and especially about excavation and regular production, especially if robotized borings can be used on the wide breast, as it is used in one underground copper mine in Poland [3].

Proper and safe management of equipment, raw materials and energy has a special importance for the technological process.

ФИНАНСИРАЊЕ ИЗГРАДЊЕ

Инвеститор обезбеђује средства за израду окана и осталих објеката из сопствених средстава или из кредита. Кредити се могу узети код домаћих или страних банака, а ако у изради учествује и страни извођач, у највећем броју случајева он обезбеђује кредит.

Сваки кредит тражи обезбеђење које издаје инвеститора првокласна банка. Потврда обезбеђења врши се меницама.

Одобрени кредит се, по плану, обезбеди за све године изградње и за исте одреде транше доделе и повраћаја зајма.

Инвеститор скоро редовно одобрава извођачу радова аванс на изведене радове, који овај отплаћује умањивањем месечних ситуација за наплату изведених радова. Преко своје првокласне банке извођач даје гаранцију да ће аванс уредно отплаћивати.

Извођач такође даје гаранцију за квалитетно извршење радова, а инвеститор гаранцију да су обезбеђена средства за реализацију комплетног пројекта.

Неопходно је осигурање радова код осигуравајућих друштава од стране извођача радова у току израде рударских објеката. Ово осигурање осигуравајућа друштва врше само при изградњи рударских објеката, док то никако не прихватају током редовне експлоатације.

УГОВОР О ИЗГРАДЊИ ОБЈЕКТА

Изградња објеката се може обављати на више начина:

- у сопственој режији,
- уступањем домаћем специјализованом извођачу,
- уступањем страном специјализованом извођачу, или
- уступањем конзорцијуму домаћег и страног извођача.

Уз свако уступање радова ван матичне компаније, редовно се расписује одговарајући конкурс са потребном тендерском документацијом, која садржи:

- опште услове,
- предмер радова, у којем понуђач даје своје цене радова по јединици мере.

FINANCING THE CONSTRUCTION

The investor provides the funds for construction of the shafts and other facilities from its own resources or from loans. Loans can be taken from domestic or foreign banks, and if a foreign contractor is involved in the development, in most cases he provides the loan.

Each loan requires a collateral which is issued by the investor's first-class bank. Confirmation of collateral is done by bills of exchange.

The approved loan is, according to plan, provided for all years of construction and for the same determinants of the tranche of loan allocation and repayment.

The investor almost regularly gives the contractor an advance payment for works done, which he repays by reducing the monthly situation for settlement of the executed works. The contractor gives a guarantee that he will regularly repay advance payments through his first-class bank.

The contractor also gives a guarantee for quality execution of works, and the investor guarantees that the funds are provided for the realization of the entire project.

It is necessary to insure works with insurance companies by the contractor during the construction of mining facilities. This insurance is provided by insurance companies only in the construction of mining facilities, while it is not accepted during regular exploitation.

CONTRACT ON THE CONSTRUCTION OF FACILITIES

Construction of facilities can be carried out in various ways:

- With personal overheads,
- By assigning to a domestic specialized contractor,
- By assigning to a foreign specialized contractor, or
- By assigning a consortium of domestic and foreign contractors.

With every assignment of works outside the parent company, a regular tender is announced with the necessary tender documentation, which contains:

- General requirements,
- Bill of quantities, where the bidder gives his prices of work per measure unit.

Проверу тачности обрачуна понуђених радова врши посебна стручна комисија, пошто није редак случај да се покушавају прикрити предрачунске вредности, како би се добила што нижа вредност понуде. Најнижа цена не значи и аутоматски избор тог извођача, мада се у пракси то често дешава, већ се бира најповољнији и, пре свега, најпоузданији извођач који ће пројекат реализовати.

Након избора извођача радова, приступа се изради уговора између инвеститора и извођача о извођењу радова

Како се често ради о међународном уговору, то ћемо у даљем тексту дати нека посебна запажања [7].

У Општим условима уговора наведени су сви пратећи елементи уговора, и ти се општи услови потписују унапред, као прихватљиви, иначе учешће на тендеру није могуће. Неретко наши пословни људи Опште услове потписују и не прочитавши их, а у њима се скоро редовно налазе клаузуле од битне важности. Зато је потребно неколико дана од давања понуде треба доставити примедбе на поједине чланове у Општим условима, са којима нисмо потпуно сагласни (неправедни, наметнути услови, тзв. “гунђајући прихват”). То треба учинити писаним путем, или електронском поштом, пошто ако евентуално дође до неког спора у вези уговора, суд или арбитража мора и то узети у обзир.

Како нацрт уговора (“драфт”), скоро редовно предлаже инострани партнер, то треба све клаузуле посебно размотрити и заједнички прихватити. Нарочиту пажњу треба обратити на:

- клаузули о раскиду уговора,
- поделу ризика,
- вишу силу,
- ограничењу уговорне одговорности,
- уговорну казну (пеналима),
- банкарске гаранције и контрагаранције,
- арбитра и избору истог,
- тзв. “шампањ” или “поноћне” клаузуле, које се у уговоре убацују у касним вечерњим часовима,
- избор меродавног права - европског континенталног или англосаксонског

Постоје и модели уговора израђени од стране међународних организација, као што су нпр. Међународна привредна комора у Паризу или

Assessment of accuracy of the calculation of the offered works is done by a special expert commission, as it is not a rare case to attempt to disguise the pre-calculated values in order to obtain the lowest value of the bid. The lowest price does not automatically mean the selection of this contractor, although in practice this often happens, rather the most favorable one is selected, and above all, the most reliable contractor will implement the project.

After the selection of the contractor, a contract is drawn up between the investor and the contractor for the execution of the works

Since this is often an international agreement, we will give some special observations below [7].

The General Terms and Conditions of the contract contain all the accompanying elements of the contract, and these general terms are signed in advance, as acceptable, otherwise participation in the tender is not possible. It is not uncommon that our business people sign the General Terms and Conditions without reading them, and they almost always contain clauses of vital importance. Therefore, it is necessary to submit comments to certain articles of the General Conditions within several days, with which we do not completely agree (unfair, imposed conditions, the so-called. “Grumbling acceptance”). This should be done in writing or via email, since in case of any possible dispute regarding this contract the court or arbitration must also take this into consideration.

Since the draft of the contract is almost always proposed by the foreign partner, all the clauses should be considered separately and accepted jointly. Special attention should be paid to:

- clause on termination of the contract,
- risk sharing,
- force majeure,
- limitation of contractual liability,
- contractual penalty (penalties),
- bank guarantees and counter-guarantees,
- arbitrator and the selection of the arbitrator,
- so called “champagne” or “midnight” clauses, which are inserted into contracts in the late evening hours,
- choice of applicable law - European continental or Anglo-Saxon

There are also models of contracts made by international organizations, such as, e.g. The International Chamber of Commerce in Paris or the International

Међународни трговински центар у Лондону који су доступни преко интернета. Такође, треба поштовати и конвенције о међународним стандардима.

Као пример примене нејасних формулација наводимо “водну клаузулу” код уговарања изградње скип окна у Руднику бакра “Бор”. По тој ставки извођач радова био је дужан да до одређеног прилива воде у окно током израде окна изводи радове по уговореној цени. У случају да приток воде буде већи од уговором договореног, потребно је преговарати о новим условима израде. У борском случају, посао израде окна био је поверен конзорцијуму фирми из Западне Немачке и Југославије, с тим да немачка фирма испоручи сву потребну опрему, а наша обезбеди потребну радну снагу. Све је ишло по плану, док није дошло до наглог и обимног прилива воде на радилиште окна, који је исувише ометао напредовање радова. Конзорцијум је захтевао од инвеститора договор ради измене уговора и предложио да радове настави по стварним трошковима +10% профита. Инвеститор се позвао на нејасну “водну” клаузулу и одбио предлог конзорцијума. Конзорцијум обуставља радове и напушта радилиште.

Након тога, инвеститор тражи другог, домаћег извођача радова, који ће наставити радове опремом коју је инсталирао конзорцијум, односно страни извођач радова, под претпоставком да ће исту откупити. Постигнут је договор о откупу опреме, те је други, домаћи извођач, наставио радове. Уз огромне напоре и инсталацију већег броја пумпи у низу по вертикали, домаћи извођач је израдио преосталу деоницу окна и комплетирао објекат, тако рећи пробивши “грудима” последњу деоницу, чак и уз људске жртве.

ЗАКЉУЧАК

Израда дубоких окана је комплексан задатак који оухвата више фаза од којих зависи успешна реализација радова. Најпре је потребно детаљно обрадити податке о радној средини, обезбедити одговарајућу опрему и радну снагу, а затим савладати и све административне тешкоће. У овом раду је учињен покушај да се будућим инвеститорима и извођачима радова олакша сам процес и омогући ефикасније извођење радова.

al Trade Center in London that are available online. Moreover, conventions on international standards should also be respected.

As an example of the application of vague formulations, we quote a “water clause” when contracting the construction of a shaft skip in the Copper Mine “Bor”. According to this item, the contractor was obliged to carry out work at the contracted price to a certain inflow of water in the shaft during the construction of the shaft. In case the water flow is higher than the agreed in the contract, it is necessary to negotiate new conditions of production. In the case of Bor, the work of shaft construction was entrusted to a consortium of companies from West Germany and Yugoslavia, whereby the German company was supposed to deliver all the necessary equipment, and our company was supposed to provide the required workforce. Everything went according to plan until there was a sudden and extensive inflow of water to the site of shaft construction, which severely hampered the progress of the works. The consortium required that the investor agree to change the contract and proposed to continue the work at real costs + 10% of profits. The investor called upon the unclear “water” clause and rejected the proposal of the consortium. The consortium suspended the works and left the site.

After that, the investor sought another domestic contractor, who would continue the work with the equipment installed by the consortium, i.e. the foreign contractor, under the assumption that it will be repurchased. An agreement was reached on the purchase of equipment, and another domestic contractor continued the works. With enormous efforts and the installation of a larger number of pumps in a row along the vertical axis, the domestic contractor built the remaining section of the shaft and completed the facility, so to speak by breaking through the last section, even with human casualties.

CONCLUSION

The construction of deep shafts is a complex task that involves several stages on which the successful realization of the works depends. First, it is necessary to process the data on the working environment in detail, to provide the appropriate equipment and work force, and then to overcome all administrative difficulties. In this paper we tried to make it easier for future investors and contractors to perform the process itself and enable more efficient execution of works.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митић Р., Допринос проучавању најважнијих чинилаца који утичу на брзину израде и квалитет бетонске облоге код изградње окана, Рударско-геолошки факултет, Београд, 1981, докторска дисертација.
2. Кицки Ј., Откопавање бакарне руде роботизованим широким челом у пољским рудницима бакра "Polska Miedz", Међународни рударски форум, Краков, 2007.
3. Синтетичка ужад у рударству, Engineering & Mining Journal, октобар 2013.
4. Спојнице за цеви високог оптерећења у окну, Engineering & Mining Journal, јун 2012.
5. Кинески прогрес изградње дубоких окана за руднике угља, Engineering & Mining Journal, јул 2012.
6. Рудници никла "Норилск" - Русија у тундри изнад поларног круга, Thyssen Mining Report, 2014-2015.

REFERENCES

1. Mitić R., Contribution to the study of the most important factors affecting the speed of construction and the quality of the concrete lining in the construction of the window, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, 1981, doctoral dissertation.
2. Kicky J., Digging copper ore with a robotic broad-head in Polish copper mines "Polska Miedz", International Mining Forum, Krakow, 2007.
3. Synthetic rope in mining, Engineering & Mining Journal, October 2013
4. Couplings for high-load pipes in the window, Engineering & Mining Journal, June 2012
5. China's progress in deep-sea mining for coal mines, Engineering & Mining Journal, July 2012
6. Nickel Mines "Norilsk" - Russia in the tundra above the polar circle, Thyssen Mining Report, 2014-2015.

ИСТРАЖИВАЊЕ ИМПЛЕМЕНТИРАНОСТИ МЕЂУНАРОДНИХ СТАНДАРДА У РУДАРСТВУ СРБИЈЕ

A STUDY OF IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL STANDARDS IN SERBIAN MINING

DOI: 10.25075/BM.2017.03

Милинко Радосављевић
Слободан Вујић

Рударски институт Београд
direktor@ribeograd.ac.rs

Milinko Radosavljević
Slobodan Vujić

Mining Institute Belgrade
direktor@ribeograd.ac.rs

Сажетак: У раду су приказани резултати истраживања имплементираниости међународних стандарда у најзначајнијим у Србији рудницима и рударско-индустријским комплексима, обухватајући експлоатацију руда обојених и племенитих метала, угља и неметала.

Кључне речи: рударство Србије, ISO, интегрисани систем менаџмента

Abstract: This paper shows the results of a study of implementation of international standards in the key mines and mining and industrial complexes in Serbia, including exploitation of non-ferrous and precious metals, coal and non-metals.

Key words: Serbian mining, ISO, integrated management system

УВОД

Нашим истраживањем обухваћени су најзначајнији у Србији рудници, рударско-индустријски комплекси, и рударске пројектне и развојно-истраживачке организације.

У експлоатацији угља то су огранци Електропривреде Србије: Рударски басен Колубара и Термоелектране и копови Костолац, Привредно друштво за подводну експлоатацију угља Рудник Ковин и Јавно предузеће за подземну експлоатацију угља Ресавица.

У експлоатацији металних минералних сировина, руда обојених и племенитих метала, бакра, олова, цинка, сребра и злата то су Рударско-топионичарски басен Бор (Рудник бакра Бор и Рудник бакра Мајданпек) и Рудник и флоатација Рудник.

INTRODUCTION

Our study includes the key mines, mining and industrial complexes, as well as project and development and research mining organizations in Serbia.

In coal exploitation, these are the branches of Electric power industry of Serbia: Mining basin of Kolubara and Thermal power plants and pits Kostolac, Company for subaqueous exploitation of coal Mine Kovin and Public company for underground exploitation of coal Resavica.

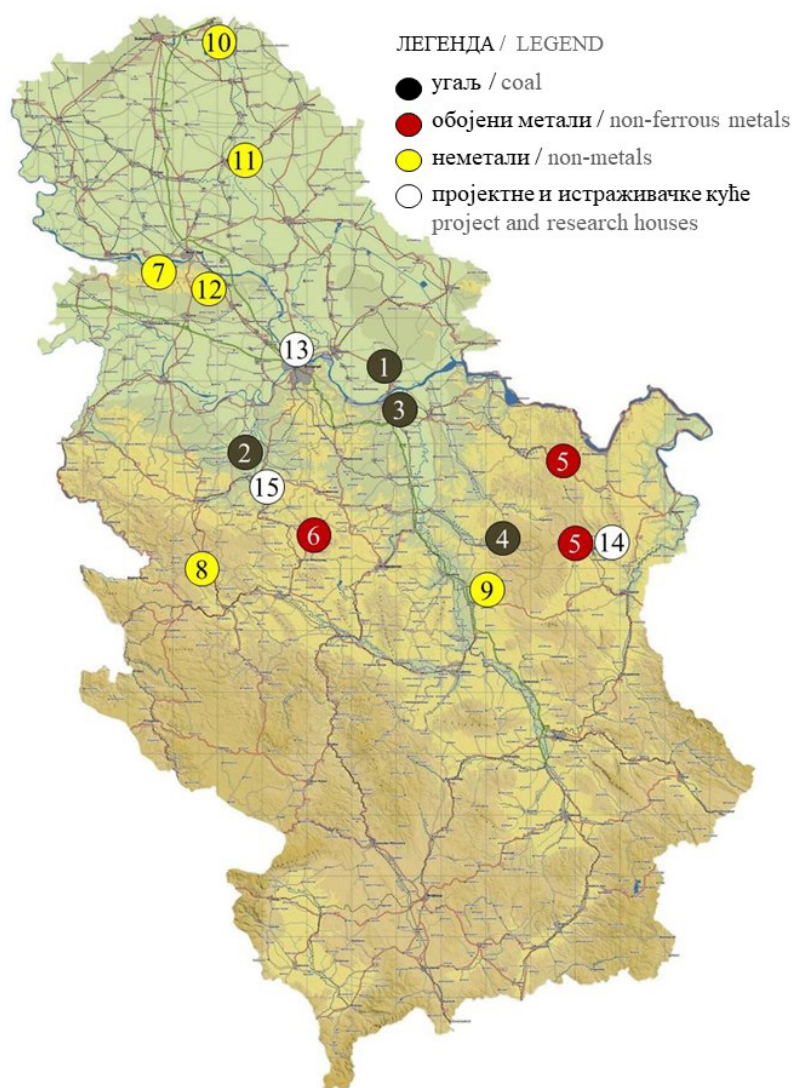
For exploitation of metallic mineral raw materials, deposits of non-ferrous and precious metals, copper, lead, zinc, silver and gold, we have Mining and Smelting Combine Bor (Copper mine Bor and Copper mine Majdanpek) and Rudnik and flotation of Rudnik.

У експлоатацији неметаличних цементних, керамичких и опекарских минералних сировина то су Беоцинска фабрика цемента, Фабрика цемента Косјерић, Фабрика цемента Нови Поповац, произвођачи опеке и црепа Потисје Кањижа, Полет Нови Бечеј и Стражилово Сремски Карловци. Истраживања су обухватила и научне, развојне и пројектне организације, Рударски институт Београд, Институт за рударство и металургију Бор и Колубара Пројект Лазаревац.

Прикупљање података и информација о имплементацији међународних стандарда за системе менаџмента у рударству Србије

For the exploitation of non-metallic cement, ceramic and brick mineral raw materials, we have the Beočin Cement Factory, Cement Factory Kosjerić, Cement Factory Novi Popovac, manufacturers of brick and roofing tiles Potisje Kanjiža, Polet Novi Bečej and Stražilovo Sremski Karlovci. The studies also included scientific, development and project organizations, Mining Institute of Belgrade, Institute for Mining and Metallurgy Bor and Kolumara project Lazarevac.

The collection of data and information about the implementation of international standards for system management in Serbian mining was published

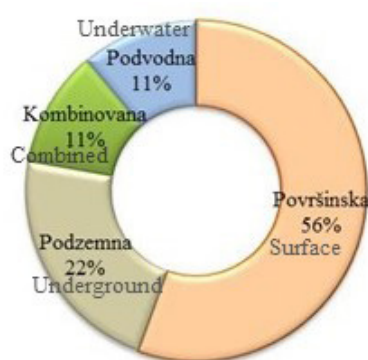


Слика / Figure 1, Локације анкетираних компанија и институција
 / Locations of companies and institutions in which the survey was carried out [1]

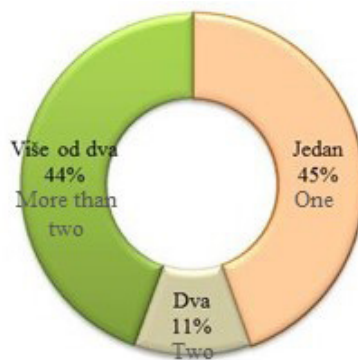
Тумач / Legend: 1- Ковин / Kovin, 2- Колубара / Kolubara, 3- Костолац / Kostolac, 4- Ресавица / Resavica, 5- Бор / Bor, 6- Рудник / Rudnik, 9- Беоцин / Beočin, 8- Косјерић / Kosjerić, 9- Поповац / Popovac, 10- Кањижа / Kanjiža, 11- Нови Бечеј / Novi Bečej, 12- Сремски Карловци / Sremski Karlovci, 13- Београд / Belgrade, 14- Бор / Bor, 15- Лазаревац / Lazarevac

обављено је анкетом помоћу упитника у коме се осам питања односи на податке о организацији, а 10 питања на међународне стандарде са фокусом на време, мотив, трајање, трошкове и начин успостављања интегрисаног система менаџмента, ISO сертификате, конкретне остварене ефекте применом стандарда, оцена довољности интегрисаног система менаџмента за управљање организацијом, шта је неопходно за успостављање ефикасног надзора и управљања у организацији (руднику), запажања, сугестије и мишљења.

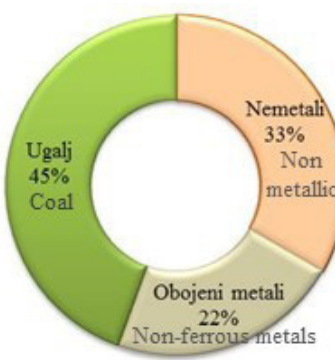
in a survey by using questionnaires in which eight questions referred to the information about the organization, and 10 questions referred to the international standards with focus on time, motive, duration, expenditure and manner of implementation of integrated management system, ISO certificates, actual effects achieved through the implementation of standards, assessment of the sufficiency of the integrated management system for organization management, which is necessary for establishing effective monitoring and management in the organization (mine), observations, suggestions and opinions.



Слика / Figure 2, Заступљеност облика експлоатације минералних сировина у анкети / Representation of the forms of exploitation of mineral raw materials in the survey



Слика / Figure 3, Заступљеност рудничких система према броју експлоатационих објеката / Representation of the mining systems according to the number of exploitation facilities



Слика / Figure 4, Структура рударских компанија према врсти минералне сировине / Structure of mining companies according to the type of mineral raw materials

На слици 1 приказане су локације анкетираних рударских и рударско-индустријских компанија и институција.

Овако прикупљени подаци пружају мериторну слику о имплементацији међународних стандарда у рударству Србије.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Из пословних разлога у раду нису изнети појединачни одговори у анкети и то за ова истраживања није од значаја. Одговори на питања су систематизовани, статистички обрађени и прикладно графички приказани, слике 2-14. Објективност ових истраживања потврђује еквиваленција облика експлоатације минералних сировина у анкети и реалног стања у српском рударству, график на слици 2. Површинска експлоатација је заступљена са 56%, подземна са 22%, а заступљеност комбиноване (површинска+подземна) и подводне експлоатације је 11%.

Figure 1 shows the locations of the mines and mining and industrial companies and institutions in which the survey was carried out.

The data obtained in such a way show a constructive picture of the implementations of international standards in Serbian mining.

RESEARCH RESULTS

Due to business reasons, this paper does not contain individual answers in the survey and this is not relevant for these studies. Answers to questions are systematized, statistically processed and appropriately graphically illustrated, figures 2-14. The equivalence of the forms of exploitation of mineral raw materials in the survey and the real situation in Serbian mining confirm the objectivity of these studies, diagram in figure 2. Surface exploitation is represented with 56%, underground exploitation with 22% and combined (surface+underground) and subaqueous exploitations are represented with 11%.

У пропорцији заступљености су руднички системи и према броју експлоатационих објеката, најзаступљеније су организације са једним експлоатационим објектом 44%, са два рудника 11% и са више од два 44%, слика 3.

Трећи показатељ адекватне заступљености рудника, у овим истраживањима је структура рудника према врсти минералне сировине у експлоатацији. На графику на слици 4 види се да је најзаступљенија експлоатација угља са 45%, следи експлоатација неметаличних минералних сировина 33% и експлоатација руда обојених метала 22%.

За објективно сагледавање потреба, потенцијала и апсорпционих могућности рудника у погледу увођења и успостављања интегрисаног система менаџмента, важно је да структура према производним, односно економским могућностима анкетираних рудника буде приближна реалној структури рудника у Србији. Овај критеријум је задовољен са структуром у којој је 45% малих рудника са годишњом производњом до 500.000 t руде, 22% су рудници средњих капацитета 500.000-2.000.000 t годишње, рудници великих производних могућности 2.000.000-15.000.000 t руде годишње такође, 22%, и веома велики рудници са годишњим капацитетима већим од 15.000.000 t руде 11%, слика 5.

Са аспекта потреба, захтевности имплементације и примене интегрисаног система менаџмента, значајна је технолошка структурираност организације. Овај показатељ је укључен у анализу посредним путем преко тока намене произведене минералне сировине. Техничко-технолошку сложеност организације одржава ток намене минералне сировине, у принципу технолошки најсложенији су системи комбиноване намене сировине, следе системи са интерном и екстерном наменом минералне сировине. На графику на слици 6 види се да су сва три облика равномерно заступљена, приближно по 1/3.

Број запослених има уплива на генерисање побуде и имплементацију ИСМ у рударским организацијама. Овај параметар показује да у структури анкетираних рударских компанија са имплементираним ИСМ, најзаступљенији са 45% су системи са веома великим бројем запослених, више од 1.000 радника, следе средњи са 100-500 запослених и мали до 100 запослених подједнаке заступљеност 22%, на зачељу су системи са великим бројем 500-1000 запослених, слика 7.

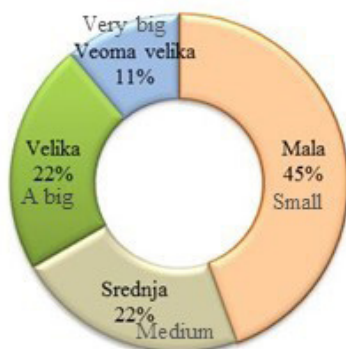
The mining systems are also proportionally represented according to the number of exploitations facilities, the most represented being the organizations with one facility 44%, with two mines 11% and with more than two 44%, figure 3.

In these studies, the third indicator of the adequate representation of mines is the structure of the mines according to the type of mineral raw material being exploited. Diagram in figure 4 shows that exploitation of coal is the highest with 45%, followed by the exploitation of non-metallic mineral raw materials with 33% and the exploitation of non-ferrous metals 22%.

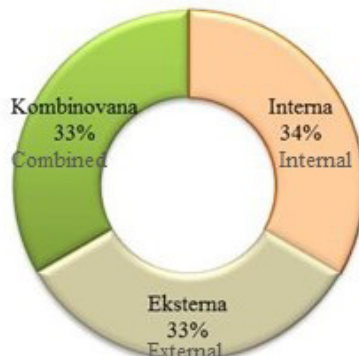
For objective evaluation of the needs, potentials and absorption capacities of the mine with regard to the introduction and implementation of an integrated management system, it is important that the structure according to the production or economic capabilities of the surveyed mines is approximate to the real structure of the mines in Serbia. This criterion was fulfilled with the structure that contains 45% of small mines with annual ore production of 500.000 t, 22% of medium-capacity mines with annual 500.000-2.000.000 t, mines with large production capabilities of 2.000.000-15.000.000 t of ore annually - also 22%, and lastly very large mines with annual capacities larger than 15.000.000 t of ore - 11%, figure 5.

Technological structure of the organization is important from the aspect of needs, complexity of implementation and application of an integrated management system. This indicator is indirectly included in the analysis via the course of the purpose of the produced mineral raw material. The course of the purpose of the mineral raw material maintains the technical and technological complexity of the organization, in principle, the systems of combined raw material purpose are the most complex, followed by the systems with internal and external purpose of mineral raw material. The graph in figure 6 shows that all of three systems are equally represented, approximately 1/3 each.

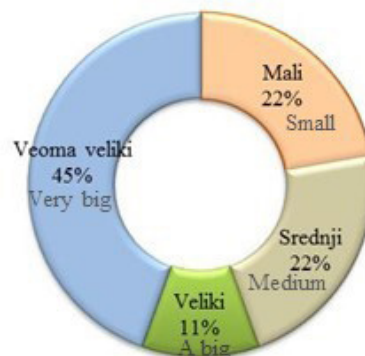
The number of employees has an impact on generating the initiative and implementation of ISM in mining organizations. This parameter shows that in the structure of the surveyed mining companies with implemented ISM, the most common, with 45%, are the systems with a very large number of employees, with more than 1.000 workers, followed by the medium systems with 100-500 employees, and small systems of up to 100 employees, each being equally represented with 22%, and lastly the systems with a large number of employees, 500-1000 employees, figure 7.



Слика / Figure 5, Структура компанија према обиму производње / Structure of companies according to the scope of production



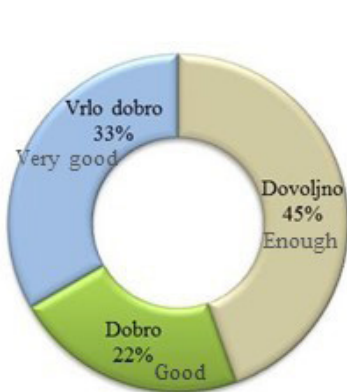
Слика / Figure 6, Структура компанија према намени произведене минералне сировине / Structure of companies according to the purpose of the produced mineral raw material



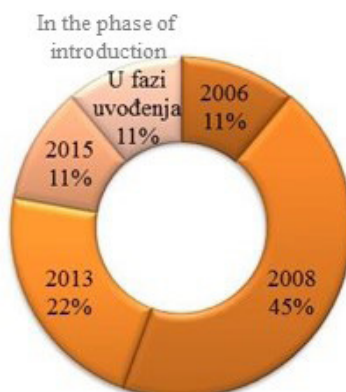
Слика / Figure 7, Структура рударских компанија према броју запослених / Structure of the mining companies according to the number of employees

Рачунарска опремљеност има рефлексију на имплементацију и примену ISO. Према анкети, довољан степен опремљености има 45% организација, добар 22% и врло добар 33%, слика 8. Према години успостављања ISO, 11% је применило ISO 2006. године, то је почетак примене ISO стандарда у нашим рудницима, 2008. година доминира са 45%, следи 2013. година са 22% и 2015. са 11%, график на слици 9.

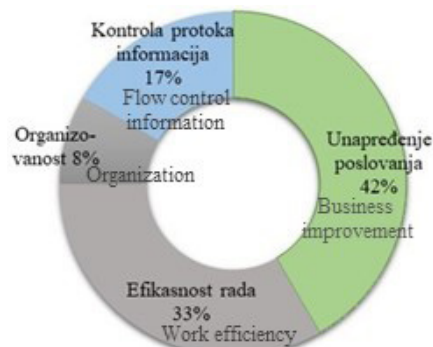
Computer equipment has a reflection on the implementation and application of ISO. According to the survey, 45% of the organizations has a sufficient level of equipment, 22% has good level and 33% has a very good level, figure 8. According to the year of ISO implementation, 11% has implemented ISO in 2006, which is the start of implementation of ISO standards in Serbian mines; the year of 2008 dominates with 45%, followed by the year of 2013 with 22% and 2015 with 11%, diagram in the figure 9.



Слика / Figure 8, Структура компанија према степену рачунарске опремљености / Structure of the companies according to the level of computer equipment



Слика / Figure 9, Година успостављања ISO компанијама / The year of ISO implementation in companies



Слика / Figure 10, Структура мотива увођења ISO у компанијама / Structure of the motives of ISO implementation in companies

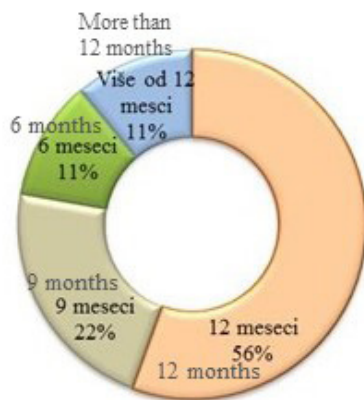
Поред уочљиво присутног навођења уопштених у литератури навођених мотива за увођење ISO, у анкети рударских компанија доминира мотив унапређења производње 42%, следи ефикасност рада 33%, контрола протока и транспарентност

In addition to the visibly present quotations of general quoted motives for implementation of ISO in literature, in the survey of mining companies the motive of production development predominates with 42%, followed by work efficiency with 33%,

информација 17% и ниво организованости 8%. Спорадично као мотиви наводе се заштита животне средине, смањење губитака, задовољење купаца, подизање вредности компаније итд, график на слици 10.

У одговору на питање начина имплементације ISO, са 78% доминира имплементација уз помоћ и подршку специјализованих консултантских кућа, у 22% на увођењу ISO ангажовани су сопствени кадрови.

Дужина времена за увођење ISO у рударске компаније варира између 6 и више од 12 месеци. У 56% случајева за имплементацију ISO било је потребно око 12 месеци, у 22% 9 месеци, у 11% шест месеци, и у истом проценту су рудници којима је за увођење било потребно више од 12 месеци, график на слици 11.



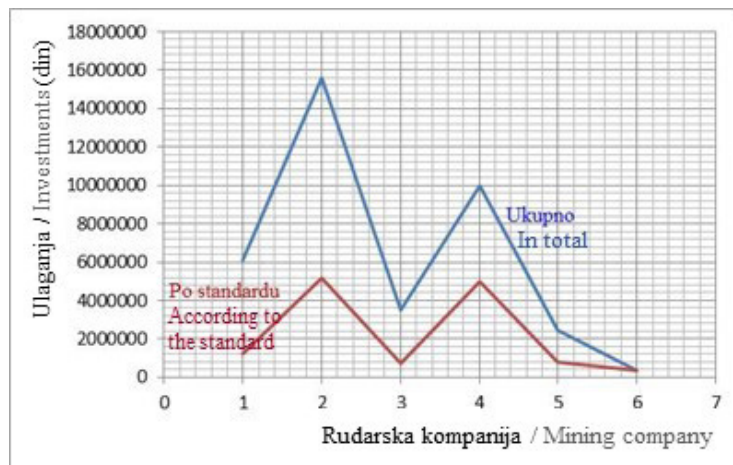
Слика / Figure 11, Време увођења ISO / Time of ISO implementation

На слици 12 из пословних разлога изостављени су називи рударских компанија, шест компанија чији су подаци о улагањима унети означене су бројевима 1 до 6. Укупни трошкови имплементације ИСМ, варирају између 15.592.500 динара и 350.000 динара. Ово је разумљиво и објашњиво, ако се пође од тога да имплементација ИСМ у сложене рудничке производне и пословне система, пик 2 и 4 на слици 12 односе се на два велика рударска система, кошта знатно више од исте активности на нивоу мањих рудника, пикови 3, 5 и 6. Укупни трошкови зависе и од броја ISO стандарда, што такође објашњава израженост разлика. Међутим, анализа отвара дилему велике различитости трошкова по једном стандарду, црвена тестераста линија на графику слике 12, са осциловањем између минимума

flow control and transparency of information with 17% and level of organization with 8%. Environmental protection, reduction of losses, customers' satisfaction, increasing the value of the company, etc. are sporadically mentioned as motives, graph on figure 10.

In response to the question of the manner of ISO implementation, the implementation with help and support of specialized consultant houses dominates with 78%, whereas personal staff is engaged in the remaining 22% of ISO implementation.

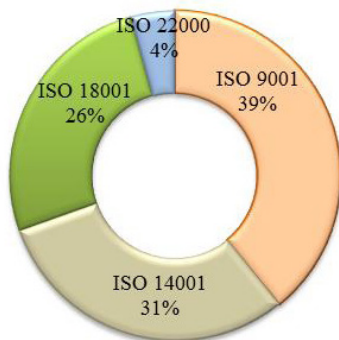
The duration of ISO implementation in the mining companies varies between 6 and more than 12 months. In 56% of the cases, ISO implementation required around 12 months, in 22% it took 9 months, in 11% it took 6 months, and the same percentage goes for the mines that required more than 12 months for implementation, graph in figure 11.



Слика / Figure 12, Улагања у ISO, према достављеним подацима из шест анкетираних компанија / ISO investments, according to the submitted information from six surveyed companies

Figure 12 for business reasons leaves out the names of mining companies, the six companies whose investment data were used are marked with numbers from 1 to 6. The total costs of ISM implementation vary between RSD 15,592,500 and RSD 350,000. This is understandable and explainable if we start from the fact that ISM implementation into complex mining production and business systems, peak 2 and 4 in figure 12 refer to two large mining systems, costs much more than the same activity at the level of smaller mines, peaks 3, 5 and 6. Total costs also depend on the number of ISO standards, which also explains the presence of differences. However, the analysis opens up the dilemma about large variety of costs per one standard, the red sawtooth line on the diagram in figure 12, with an oscillation between a minimum of RSD 350,000 for a mine with a mark 6

350.000 динара за рудник са ознаком 6 и максимума 5.197.500 динара за рудник са ознаком 2. Дилема је већа када се упореде подаци рудника приближно сличних техничко-технолошких нивоа, ознака 1, 2, 4 и 5.



Слика / Figure 13, Учешће појединих ISO стандарда у структури уведених стандарда у компанијама / Involvement of certain ISO standards in the structure of implemented standards in the companies

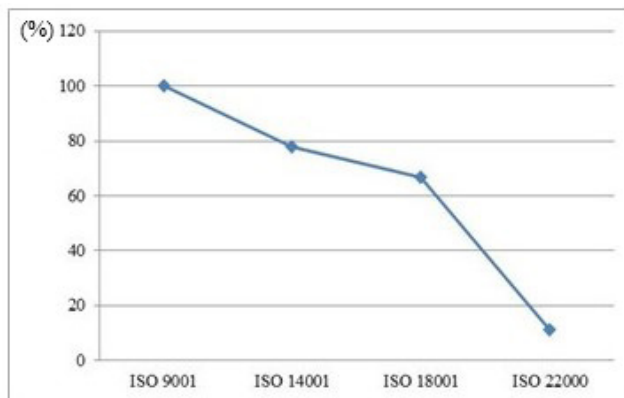
Анализа учешћа појединих међународних стандарда у структури имплементираних стандарда у рударским компанијама представљена је графиком на слици 13. График показује да је стандард ISO 9001 у структури заступљен са 39%, ISO 14001 са 31%, ISO 18001 са 26% и ISO 22000 са 4%. Овај однос је логичан и тренутног је карактера, мењаће се по динамици условљеној техничко-технолошким напредком, и под утицајима нових услова и ограничења, што је тешко прогнозировать.

Једно питање у анкети односило се на конкретне користи и ефекте од успостављања ISO стандарда. После филтрације и изузимања уопштених начелних одговора, у структури одговора са 45% доминира "боља организација рада", подједнако са 22% као користи наводе се "повећање одговорности запослених" и "смањење повреда на раду", на последњем месту са 11% је оцена "квалитетнији производ".

ЗАКЉУЧАК

Истраживања показују да је у посусталој рударској привреди Србије, која се бори са дневним економским егзистенцијалним проблемима, примена интегрисаног система менаџмента са међународним стандардима у функционалној вези са материјалним могућностима и трошковима увођења, сертификације и одржавања ISO. То објашњава и структуру рударских и ру-

and a maximum of RSD 5,197,500 for a mine with a mark 2. The dilemma is bigger when we make a comparison of the data of mines with similar technical and technological level, mark 1, 2, 4 and 5.



Слика / Figure 14, Процент уведених ISO стандарда у анкетираним рударским компанијама / The percentage of implemented ISO standards in the surveyed mining companies

The analysis of involvement of certain international standards in the structure of implemented standards in the mining companies is represented in the graph in figure 13. The graph shows that standard ISO 9001 is represented in the structure with 39%, ISO 14001 with 31%, ISO 18001 with 26% and ISO 22000 with 4%. This ratio is logical and is of a temporary nature, it will change according to the dynamics conditioned by technical and technological progress, and under the influence of new conditions and limits, which is hard to foresee.

One question in the survey referred to the actual benefits and effects of the implementation of ISO standards. After filtration and excluding general principle responses, "better organization of work" dominates in the structure with 45%, and "increase of the employees' responsibility" and "reduction of accidents at work" with equal 22% are stated as benefits, while the last place goes to the evaluation "more quality product" with 11%.

CONCLUSION

Studies show that in the lagging mining economy of Serbia, which is struggling with daily economic existential problems, the application of an integrated system of management with international standards is in the functional relationship with material opportunities and costs of implementation, certification and maintenance of ISO. This also explains the structure of mining and mining-industrial

дарско-индустријских компанија са уведеним међународним стандардима. ISO 9001, 14001 и 18001 има уведене 73% анкетираних рудника и установа Имплементација интегрисаног система менаџмента са међународним стандардима у научним, развојно - истраживачким и пројектантским институцијама доминантно је мотивисана маркетиншким разлозима.

Због природе делатности у рударству се одувек подразумевао и примењивао принцип на коме почива интегрисани систем менаџмент, отуда се увођење ISO стандарда не схвата као императив за подизање или побољшање техничко-технолошких, производно-пословних, организационих, сигурносних, безбедносних, развојних и других перформанси рудника.

За постизање потпуних ефеката примене интегрисаног система менаџмента са ISO стандардима у рудницима, неопходно је спрезање функција интегрисаног система менаџмента и рудничког рачунарски интегрисаног надзорно-управљачког система у реалном времену, мишљење је готово свих анкетираних, аутори такође деле ово мишљење.

companies with implemented international standards. 73% of the surveyed mines and facilities have implemented ISO 9001, 14001 and 18001. The implementation of the integrated management system with international standards in scientific, development-research and project institutions is dominantly motivated by marketing reasons.

Because of the nature of the trade, mining always included and applied the principle on which the integrated management system is based, therefore, the implementation of ISO standards is not seen as an imperative for boosting or improving technical, technological, production, business, organizational, safety, security, development and other mine performances.

In order to achieve the full effects of implementing an integrated management system with ISO standards in mines, it is necessary to combine the functions of the integrated management system and the mine computer integrated monitoring-and-management system in real time, and this is the opinion of almost all respondents, but the authors also share this view.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Радосављевић М., Ефекти примене међународних стандарда за системе менаџмента у рударству Србије, Универзитет у Београду Факултет организационих наука, докторска дисертација, 2016, 162 стр. Radosavljević, M., Effects of Implementation of International Standards for Mining Management Systems, University of Belgrade Faculty of Organizational Sciences, Doctoral Dissertation, 2016, 162 p.
2. Radosavljević M., Vujić S., Boševski T., Praštalo Ž., Jovanović B., Single-phase linear model of optimum supply limestone thermal power plants from the quarry of Serbia, Journal of Mining Science, Springer, ISSN: 1062-7391 (print version), ISSN: 1573-8736 (electronic version), doi 10.1134/S1062739116041117, Vol. 52, No. 4, 2016, pp. 704-711; Translated from „Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых“, Российская академия наук, Однофазовая линейная модель оптимальных поставок известняка тепловым электростанциям из карьеров Сербии, УДК 622.271, Vol. 52, No. 4, 2016, стр. 87-93.
3. Radosavljević M., Vujić S., Filipović J., Boševski T., Praštalo Ž., Funkcionalna korelativnost integrisanog sistema menadžementa i rudničkih procesa /Functional correlativity of an integrated management system and mining processes, Rudarski glasnik / Bulletin of Mines, Mining Institute and Academy of Engineering Sciences of Serbia, Belgrade, DOI 0.25075/BM.2016.03, Vol. CXIII, No 1-2, 2016, pp. 43-51.
4. Radosavljević M., Vujić S., Filipović J., praštalo Ž., Boševski T., Struktura zakonske regulative, tehničkih propisa i standarda u rudarstvu Srbije / Structure of legislation, technical regulations and standards in Serbian mining, Rudarski glasnik / Bulletin of Mines, Mining Institute and Academy of Engineering Sciences of Serbia, Belgrade, DOI 10.25075/BM.2016.04, Vol. CXIII, No 1-2, 2016, pp. 53-60.
5. Vujić S., Radosavljević M., Boševski T., Stjepanović P., Integrated control and coal quality management model, Balkan mining for the friendship and progress, Proceedings VII Balkan Mining Congress, University of Banja Luka – Faculty of Mining Prijedor and Mining Institute Belgrade Ltd, DOI 10.7251/BMC.170701167V, Prijedor, 2017, pp. 167-176.

АНАЛИЗА ПРОЦЕСА ОДВОДЊАВАЊА ПОВРШИНСКИХ КОПОВА ANALYSIS OF THE DEWATERING PROCESS OF OPEN CAST MINES

DOI: 10.25075/BM.2017.04

Томислав Шубарановић¹
 Иван Јанковић²

Tomislav Šubaranović¹
 Ivan Janković²

¹Универзитет у Београду
 Рударско-геолошки факултет
²Министарство рударства
 и енергетике Републике Србије
 tomlav.subaranovic@rgf.bg.ac.rs

¹University of Belgrade
 Faculty of Mining and Geology
²Ministry of Mining and Energy
 of the Republic of Serbia
 tomlav.subaranovic@rgf.bg.ac.rs

Сажетак: Површински копови су са аспекта одводњавања веома динамични системи и сам процес одводњавања је присутан у свим периодима површинске експлоатације. Анализа процеса одводњавања извршена је у контексту осталих пословних процеса, али и животног циклуса, односно периода површинске експлоатације.

Кључне речи: процес, анализа, одводњавање, површински коп

Abstract: From the aspect of drainage, opencast mines are quite dynamic systems and the dewatering process itself is present throughout all of the periods of surface exploitation. The analysis of the dewatering process was conducted in the context of other work processes, as well as the lifecycle, that is the surface exploitation period.

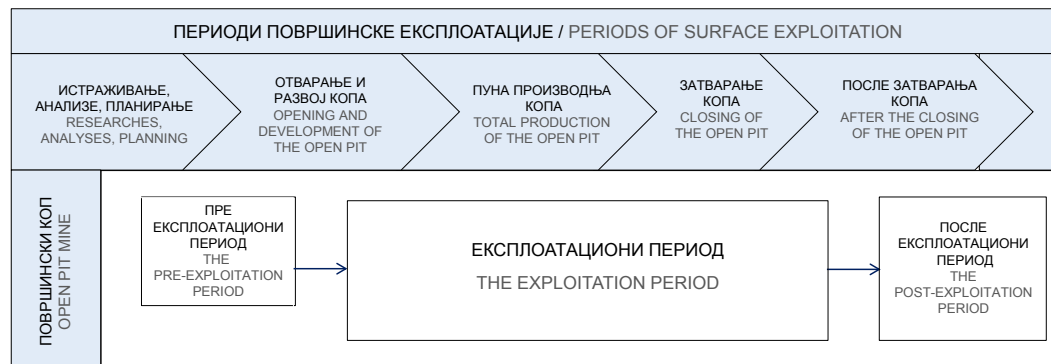
Key words: process, analysis, dewatering, opencast mining

УВОД

Са аспекта одводњавања, површински копови су по правилу веома динамични системи под утицајем великог броја природних, техничко технолошких, економских, еколошких и безбедносних фактора и ограничења у свим периодима животног циклуса. Животни циклус сваког површинског копа, без обзира на величину или минералну сировину која се експлоатише, чине три периода, слика 1, пре експлоатациони период, експлоатациони период и после експлоатациони период.

INTRODUCTION

From the aspect of dewatering, opencast mines are, normally, very dynamic systems conditioned by a large number of natural, technical- technological, economic, environmental, and safety factors as well as the limitations in all of the periods of the lifecycle. The lifecycle of a opencast mine, regardless of its size or the mineral ore that is being exploited, consists of three periods, figure 1, the pre-exploitation period, the exploitation period and the post-exploitation period.



Слика / Figure 1, Периоди површинске експлоатације / Periods of surface exploitation

Пре експлоатациони период површинског копа чине све активности везане за геолошка истраживања, техно економске анализе, израда техничке документације, експропријација и тендерске активности на набавци планиране опреме за експлоатацију. У зависности од времена реализације радова на површинском копу, период експлоатације чине фазе припреме и отварања, фаза производње и фаза затварања.

Цео животни циклус дефинисан кроз периоде површинске експлоатације реализује се кроз низ пословних процеса у сваком од периода који омогућавају ефикасну, ефективну и поуздану експлоатацију минералне сировине на површинском копу. Један од кључних процеса је и процес одводњавања површинског копа. Анализа процеса одводњавања извршена је у контексту осталих пословних процеса, али и животног циклуса, односно периода површинске експлоатације.

ФАЗЕ ПРОЦЕСА ОДВОДЊАВАЊА

Са аспекта пословних процеса површинске експлоатације процес одводњавања припада групи процеса техничке подршке за реализацију процеса производње и процеса рекултивације. На слици 2, приказан је дијаграм тока анализираног процеса одводњавања са припадајућим потпроцесима и процесним активностима.

Приказани дијаграм тока процеса одводњавања, слика 2, је на контексном нивоу и применљив је без обзира на величину површинског копа, врсту минералне сировине која се експлоатише и сложеност лежишних услова. Такође, применљив је приликом отварања новог површинског копа, али и када је потребно дизајнирати или редизајнирати процес одводњавања на површинском копу на коме се врши експлоатација.

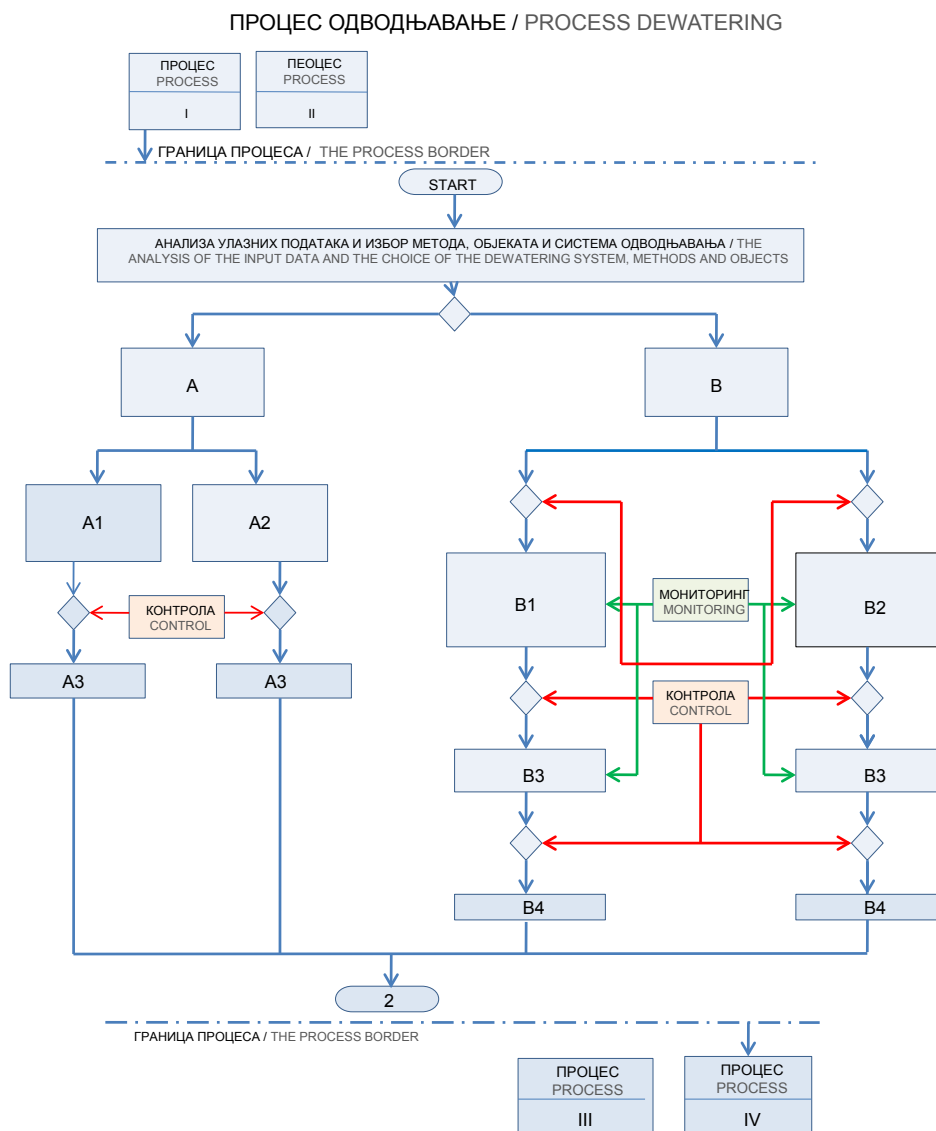
The pre-exploitation period of a open pit mine comprises all of the activities related to geological researches, technical- economic analyses, drafting of the technical paperwork, expropriation and the auction activities for the obtaining of the planned exploitation equipment. Depending on the time necessary for the realization of all the work at a open pit mine, the exploitation period consists of the preparation and opening phase, the production phase and the closing phase.

The whole lifecycle, defined through the periods of surface exploitation, is realized through a series of work processes in each of the periods, which allows for an efficient, effective and reliable exploitation of mineral ores at a open pit mine. One of the crucial processes is the dewatering process. The analysis of the dewatering process was conducted in the context of other work processes and the lifecycle that is, the surface exploitation period.

PHASES OF THE DEWATERING PROCESS

From the aspect of the work processes of surface exploitation, the dewatering process belongs to the group of technical support processes for the realization of the production and reclamation processes. In figure 2, the course of the analyzed dewatering process with comprising sub-processes and procedural activities diagram is shown.

The shown diagram of the course of the dewatering process, figure 2, is at the contextual level and is valid regardless of the size of the open pit mine, the type of the mineral ore being exploited, and the complexity of the ore bed conditions. Moreover, it is valid when opening a new open pit and when it is necessary to design or redesign the dewatering process at the open pit that is being exploited.



Слика / Figure 2, Дијаграм тока процеса одводњавања / The diagram of the course of the dewatering process

Тумач / Legend: I – Оперативна подршка / Operational support, II – Техничка подршка / Technical support, A – План мониторинга / The monitoring plan, B – План изградње објеката одводњавања / The dewatering objects construction plan, A1 – Мониторинг одводњавања површинских вода / The monitoring of the surface water dewatering, A2 – Мониторинг одводњавања подземних вода / The monitoring of the groundwater dewatering, A3 – Извештавање / Reporting, B1 – Изградња и експлоатација објеката одводњавања површинских вода / The construction and exploitation of the objects for the dewatering of surface water, B2 – Изградња и експлоатација објеката одводњавања подземних вода / The construction and exploitation of the objects for the dewatering of groundwater, B3 – Одржавање објеката / The maintenance of the objects, B4 – Извештавање / Reporting, III – Рекултивација / Reclamation, IV – Производња угља / Coal production, 2 – Крај / The end

У контексту периода површинске експлоатације, фазе или процеса одводњавања реализују се у зависности да ли се ради о новом површинском копу или постојећем, на ком се врши експлоатација.

Ако је реч о новом површинском копу, онда се фаза планирања одводњавања реализује у пре експлоатационом периоду површинске експло-

In the context of the period of surface exploitation, the phases of the dewatering process are realized depending on whether it is a new or an existing surface dig that is being exploited.

When it comes to a new open pit mine, the phase of the dewatering planning is realized during the exploitation period of surface exploitation and the

атације, а фаза реализације одводњавања у фази експлоатације и после експлоатационој фази, све до затварања површинског копа и коначног завршетка процеса рекултивације.

Треба поменути да објекти одводњавања одлага-лишта остају у функцији и после окончања проце-са рекултивације, када се предају на коришћење и управљање новим корисницима простора затво-реног и рекултивисаног површинског копа.

Када је реч о постојећим површинским копови-ма на којима се врши експлоатација минералне сировине, фазе планирања и реализације про-цеса одводњавања поклапају се са експлоата-ционом фазом.

Ова ситуација углавном се јавља када је на по-стојећем површинском копу потребно реди-зајнирати или чак дизајнирати потпуно нов систем одводњавања, због промене природних, техничких и технолошких фактора и услова на површинском копу.

На слици 3 приказана је фазно процесна ус-клађеност одводњавања са периодима повр-шинске експлоатације.

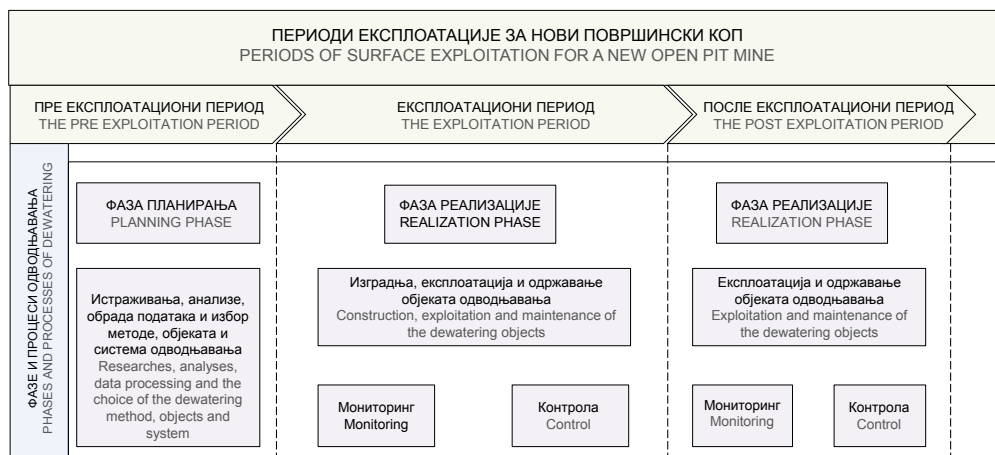
phase of the dewatering realization in the exploita-tion and the post-exploitation period up to the closing of the open pit and the final ending of the reclamation process.

It should be mentioned that the objects for the de-watering of the waste dump remain active even after the reclamation process is over. Then they are hand-ed over to the new users who are to manage and control the area of the closed and reclaimed open pit mine.

When it comes to the existing open pits at which the exploitation of mineral ores is being done, the phases of the dewatering planning and realization coincide with the exploitation phase.

This situation mainly occurs when it is necessary to redesign or even design a whole new dewater-ing system at an existing dig due to the changes in natural, technical and technological factors and conditions at an existing open pit mine.

In figure 3 the phase-procedural synchronization of the dewatering with the periods of surface exploita-tion is shown.



Слика / Figure 3, *Фазно процесна усклађеност одводњавања и периода површинске експлоатације* /
The phase-procedural synchronization of the dewatering with the periods of surface exploitation

АНАЛИЗА ПРОЦЕСА ОДВОДЊАВАЊА

При анализи процеса одводњавања неопходно је пре свега да се он у потпуности дефинише, при чему је потребно знати да:

- процес одводњавања представља скуп актив-ности,

ANALYSIS OF THE DEWATERING PROCESS

During the analysis of the dewatering process it is crucial to, first of all, define the process completely taking into account that:

- the dewatering process represents a group of ac-tivities,

- активности процеса одводњавања доприносе стварању вредности,
- активности процеса одводњавања изводе људи и/или опрема,
- процес одводњавања често укључује неколико организационих јединица.

Како би се процес успешно дефинисао, потребно је знати и његове карактеристике. Основне карактеристике сваког процеса, па и процеса одводњавања су следеће:

- сваки процес има свој циљ,
- сваки процес има свог власника,
- сваки процес има свој почетак и завршетак,
- у процес улазе inputi, а излазе outputi,
- процес је састављен од секвенцијално изводљивих активности,
- Лако се утврђују ефективност и ефикасност процеса,
- Неизбежно континуално унапређење процеса.

Није обавезно да сваки процес који испуњава ове наведене захтеве буде и квалитетан процес. За стицање таквог епитета, потребно је да задовољи и следеће захтеве:

- Outputi процеса треба стално да додају додатну вредност,
- Процес треба да има компетентног власника,
- Процес треба да је разумљив од стране свих и сви његови чланови су укључени у одлучивање,
- Процес треба да има индикаторе за мерење ефикасности и ефективности,

У функцији управљања процесом одводњавања издвајају се управљачки процеси везани за планирање, реализацију, мониторинг и контролу. Управљачки процеси планирања и реализације могу се поистоветити са фазама процеса одводњавања.

Анализом дијаграма тока процеса одводњавања на контекстном нивоу, јасно се могу издвојити потпроцеси и процесне активности које се могу груписати у фазе процеса одводњавања.

Тако, група потпроцеса и процесних активности анализа улазних података и избор метода, објеката и система одводњавања припада фази планирања. Излаз из процеса или фазе планирања су планови изградње објеката одводњавања и мониторинга и они представљају улазне елементе реализације процеса одводњавања.

- the activities of the dewatering process contribute to the creation of values,
- the activities of the dewatering process are conducted by people and/or equipment,
- the dewatering process often includes several organizational units.

For a successful definition of the process it is necessary to be familiar with its characteristics. The fundamental characteristics of each process, including the dewatering process, are:

- each process has its own goal,
- each process has its owner,
- each process has a beginning and an end,
- inputs enter each process and outputs exit it,
- the process is comprised of sequentially possible activities,
- It is easy to determine the effectiveness and the efficiency of a process,
- an unavoidable and continual improvement of the process.

Every process that is in accord with the mentioned requests is not necessarily a quality process. To be recognized as such, a process has to satisfy the following requests as well:

- The process outputs need to continually add up the added value,
- The process has to be completely owned,
- The process needs to be intelligible by all and all its members are involved in the decision-making.
- The process has to possess the indicators for the measuring of the efficiency and effectiveness,

For the successful management of the dewatering process, the managing processes related to planning, realization, monitoring and control are emphasized. The managing processes of planning and realization coincide with the phases of the dewatering process.

The analysis of the diagram of the course of the dewatering process at the contextual level, clearly shows the division of the sub-processes and the procedural activities which can be grouped into the dewatering phases.

Thus the group of sub-processes and procedural activities the analysis of the input data and the choice of the method, objects and the system of the dewatering belongs to the planning phase. At the end of the planning phase of the dewatering there are the plans for the construction of the dewatering and

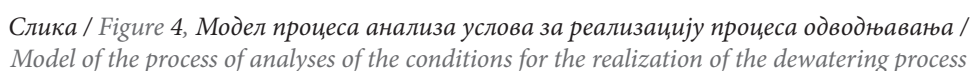
Процеси мониторинга и контроле реализују се све време експлоатације објекта одводњавања и практично припадају фази реализације.

Техничко технолошки процеси одводњавања су сви они процеси који омогућавају да се ефективно и ефикасно реализује одводњавање површинског копа. Детаљном анализом процеса одводњавања површинског копа идентификовани су следећи техничко технолошки процеси: анализа просторних аспеката, анализа геолошких услова, анализа хидрогеолошких параметара, анализа хидролошких параметара, анализа рудар-

The group of sub-processes and procedural activities the construction, exploitation and managing of the dewatering objects belongs to the realization phase. At the end of the realization phase of the dewatering there are the continuous data about the functioning, capacity, malfunctioning, efficiency and effectiveness of the dewatering system at a open pit mine.

As a process, dewatering must be analyzed from the aspect of managing processes and from the aspect of the technical-technological processes. From the aspect of management, the standardized model which is comprised of the planning, realization, monitoring, and control processes make a sufficient and necessary level of thoroughness.

The technical-technological dewatering processes are all those processes that enable the effective and efficient realization of the open pit dewatering. A thorough analysis of the open pit dewatering process identified the following technical-technological processes: the analysis of the spatial aspects, the analysis of the geologic conditions, the analysis of the hydro-geologic parameters, the analysis of the



ских радова, избор система одводњавања, изградња објеката одводњавања, избор опреме, систем мониторинга, систем контроле и одржавање система одводњавања.

На основу података добијених из ових анализа, настаје модел процеса који је део укупне процедуре планирања и реализације система одводњавања слика 4.

ЗАКЉУЧАК

Полазне основе за планирање процеса одводњавања површинских копова проистичу из анализе просторних аспеката лежишта минералне сировине као и његове ближе и даље околине. Са аспекта одводњавања уз поменуте, посебно су важни еколошки услови ближе и шире околине лежишта, као и захтеви који у значајној мери утичу на обим и динамику експлоатације лежишта. Детаљном анализом се детерминишу још и хидролошки, хидрогеолошки и геотехнички подаци.

На бази ових података али и података из модела лежишта као и података о примењеној рударској технологији и условима стабилности површинског копа, врши се избор система одводњавања површинског копа.

Свакако треба истаћи да је за избор система одводњавања неопходно анализирати и ризике, односно поузданост самих улазних података посебно ако се има на уму да се ради о падацима добијеним геолошким, хидрогеолошким и другим истраживањима радне средине.

Сам избор система одводњавања је итеративан процес који укључује анализу поузданости, ефикасности и ефикасности изабраног система.

hydrologic parameters, the analysis of the mining proceedings, the choice of the dewatering system, the construction of the dewatering objects, the choice of equipment, the monitoring system, the drainage control system and the dewatering maintenance system.

Based on the data obtained from the analyses, a model of the process which is a part of the total dewatering system planning and realization procedure is created figure 4.

CONCLUSION

The initial bases for the dewatering process planning at open pits arise from the analysis of the spatial aspects of the mineral ore bed as well as the nearer and farther surrounding area. From the aspect of dewatering, along with the already mentioned factors, especially important are the environmental conditions of the nearer and farther surrounding area of the bed as well as the requests that significantly affect the scope and the dynamic of the exploitation of the bed. Furthermore, a thorough analysis determines the hydrological, hydro-geological, and geo-technical data.

Based on the mentioned data as well as data from the model of the bed and the data about the applied mining technology and the conditions of the stability of open pits, the choice of the system of dewatering of open pits is made.

Surely, it should be emphasized that in order to choose a dewatering system it is crucial to analyze the risks too, that is the reliability of the input data, especially after taking into consideration that the data is obtained through the geological, hydro-geological and other researches of the working environment.

The choice of the dewatering system itself is an integrative process that includes the analysis of reliability, effectiveness and efficiency of the chosen system.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Wolstenholme L. C., Realibility Modelling, Chapman and Hall, London, 1999, pp. 149-160.
2. Rapantova N., Grmela A., Vojtek D., Haliv J., Michalek B, Groundwater flow modeling applications in mining hydrogeology, Proceedings IMWA Symposium 2007: Water in Mining Environments, R. Cidu & F. Frau (Eds), Cagliari, Italy, 2007, pp. 349-353.
3. Павловић В., Шубарановић Т., Поузданост, оптимизација и управљање системима одводњавања површинских копова, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2012, 140 стр.
4. Павловић В., Шубарановић Т., Поломчић Д., Поузданост одводњавања линијама бунара, Зборник радова VI међународне конференције УГА/Б 2013, Златибор, стр. 233-243
5. Шубарановић Т., Оптимизација система одводњавања површинских копова, Универзитет у Београду Рударско-геолошки факултет, докторска дисертација, 2014, 221 стр.

ЛЕКЦИЈА ПРИРОДЕ
 Плављење тамнавских површинских копова 2014.
 NATURE'S LESSON
 Flooding of open-pit mines of Tamnava in 2014

DOI: 10.25075/BM.2017.05

Слободан Вујић¹
 Предраг Војиновић²

Slobodan Vujić¹
 Predrag Vojinović²

¹Рударски институт Београд
 slobodan.vujic@ribeograd.ac.rs

¹Mining Institute Belgrade
 slobodan.vujic@ribeograd.ac.rs

²Енергоплан Београд
 energoplan@eunet.rs

²Energoplan Belgrade
 energoplan@eunet.rs

Сажетак: Незапамћене падавине и поплаве средином маја 2014. нанеле су штету огромних размера Србији. У ноћи између 14. и 15. маја набујала река Колубара са притокама, поплавила је површинске копове „Тамнава Западно поље“ и „Велики Црљени“. Излило се око 214,4 милиона m³ воде у депресије копова. Под водом се нашло пет роторних багера, багер ведричар, два одлагача, четири багера дреглајна, пет самоходних транспортера, 22 погонске станице и 29,3 km транспортера, 10 трансформаторских станица, девет разводних постројења и 17 помоћних машина (булдозери, утоваривачи, цевополагачи итд.). Ово је највећа несрећа која је задесила Рударски басен Колубара од оснивања. У раду је приказан ток поплавањих догађања на простору тамнавских површинских копова.

Кључне речи: Поплава 2014, рударски басен Колубара, Тамнава Западно Поље, Велики Црљени

Abstract: Unprecedented precipitation and floods during the mid of May 2014, have caused damage of considerable proportions in Serbia. In the night between 14th and 15th of May, the swollen river Kolubara with its tributaries, has flooded the open-pit mines „Tamnava West field“ and „Veliki Crljeni“. Around 214.4 million m³ of water burst into the depression of the pit. The water completely covered five bucket-wheel excavators, bucket dredger, two spreaders, four bucket draglines, five self-propelled conveyors, 22 working units and 29.3 km of conveyors, 10 transformer stations, nine distribution plants and 17 auxiliary machines (bulldozers, loaders, pipe laying machines etc.). This is the greatest disaster that has struck the Mining basin of Kolubara since it was founded. This paper shows the flow of the flooding events on the open-pit mining.

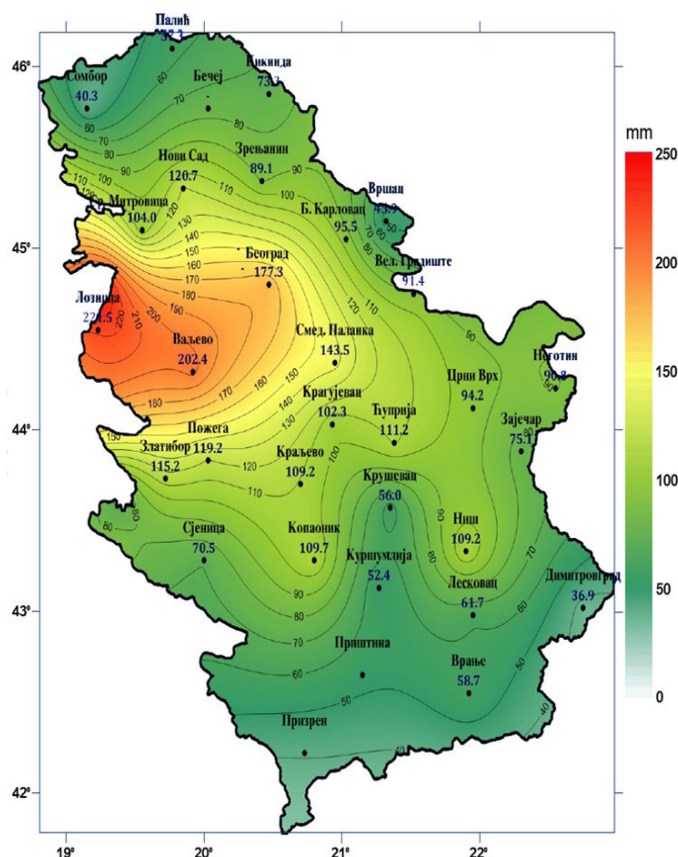
Key words: flood 2014, mining basin Kolubara, Tamnava Zapadno Polje, Veliki Crljeni

УВОД

Велике падавине и поплаве последица су продора хладног ваздуха преко Алпа у област Средоземља, што је довело до формирања просторно дубоког циклона који се 13. маја споро премештао преко Балканског полуострва. На подручју слива реке Колубаре, проузроковао је

INTRODUCTION

Large precipitation and floods are the result of the penetration of cold air across the Alps into the Mediterranean region, which led to the formation of a spatially deep cyclone that slowly shifted over the Balkan Peninsula on 13 of May. In the area of the basin of Kolubara River, it caused extreme pre-



Слика / Figure 1, Дистрибуција укупних количина падавина на територији Републике Србије од 12. до 18. маја 2014. / Distribution of the total amount of precipitation at the territory of the Republic of Serbia from 12 May to 18 May 2014. [3]

екстремне количине падавина, киша је падала непрекидно 14. и 15. маја, на већини места количине падавина биле су 170 l/m^2 до 220 l/m^2 , у неким местима у околини Ваљева прелазиле су 300 l/m^2 , слика 1. Надмашени су бројни падавински рекорди и водостаји река. Пре овога, подручје Србије је од 14. априла до 5. маја било изложено влажном периоду са количинама падавина у већини места између 120 l/m^2 и 170 l/m^2 , тако да је у моменту мајских обилних падавина тло већ било засићено водом [3].

Екстремне количине падавина слиле су се истовремено што је проузроковало изливање реке Колубаре, притока Пештан и Враничине, преливање и пробијање заштитних насипа на више места дуж речног тока, плављење урбаних подручја, пољопривредних површина, површинских копова „Таманава Западно поље“ и „Велики Црљени“ у угљеном басену Колубара, уништење сточног фонда, рушење кућа, мостова, путева, појаву клизишта, деградацију животне средине итд. [1,2,3].

Због преливања и рушења заштитних насипа на реци Колубари и притокама Враничина и Пештан, узводно од јужне границе површинског копа „Тамнава-Источно поље“ на коме је

precipitation, the rain fell steadily on 14th and 15th of May, in most places the amount of rainfall was 170 l/m^2 to 220 l/m^2 , in some places around Valjevo exceeding 300 l/m^2 , figure 1. Numerous precipitation record and water levels of the river were surpassed. Before this, from 14th of April to 5th of May, the territory of Serbia was exposed to a wet period with precipitation levels in most places ranging between 120 l/m^2 and 170 l/m^2 so at the moment of heavy rainfall in May the soil was already saturated with water [3].

Extreme amounts of precipitation fell at the same time, which caused the Kolubara River to burst, as well as its tributaries Peštan and Vraničina, the overflow and piercing of protective embankments in several places along the river flow, the flooding of urban areas, agricultural areas, surface mines „Tamnava West field” and „Veliki Crljeni” in the Kolubara coal basin, destruction of livestock, demolition of houses, bridges, roads, occurrence of landslides, environmental degradation, etc. [1,2,3].

Due to the overflow and demolition of protective embankments on the Kolubara River and the tributaries Vraničina and Peštan, upstream from the southern border of the open-pit „Tamnava- East field”, where the exploitation of coal was complet-

завршена експлоатација угља, дошло је до изливања и промене тока Колубаре, слике 2 и 7. Река је просекла ново корито кроз постојеће корито Враничине до површинског копа „Тамнава-Источно поље“, пробојем одбрамбеног насипа који је штитио тамнавске копове од великих вода Колубаре, Враничине и потока Скобаљ, водоток се усмерио у простор неактивног површински коп. Дотоком ове воде и пробојем бране „Кладница“ (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ Београд, 2016.) [1], потопљен је површински коп „Тамнава-Западно поље“.

Према Извештају „Поплаве у Србији 2014“ УН, ЕУ, Светска банка, Влада Републике Србије [2], мајске поплаве су погодиле око 1,6 милиона људи у 38 општина и градова, око 32.000 људи је евакуисано из својих домова, само из Обреновца око 25.000. Током ове природне катастрофе 51 особа је изгубила живот, од чега се 23 удавило. У 24 највише погођене општине укупна штета је 1,525 милијарди евра од тога 0,885 милијарди је вредност уништених материјалних добара а 0,640 милијарди евра губици у производњи. Ако се узму у обзир све погођене општине, укупна штета од поплава пење се на 1,7 милијарди евра. [2]

ed, there was an outflow and change of Kolubara flow, figures 2 and 7. The river passed through a new basin through the existing basin of Vraničina to the open-pit „Tamnava East field“, by breaking through the defensive embankment that protected the Tamnava pits from the great waters of Kolubara, Vraničina and Skobalj stream, and the water flow was directed to the inactive open-pit. By the inflow of this water and the breaking through the dam „Kladnica“ (Institute for Water Management „Jaroslav Cherni“, Belgrade, 2016) [1], the open-pit „Tamnava West field“ was flooded.

According to the Report „Floods in Serbia 2014“ the UN, the EU, the World Bank, the Government of the Republic of Serbia [2], about 1.6 million people were affected by the floods in May in 38 municipalities and cities, about 32,000 people were evacuated from their homes, whereby about 25,000 were from Obrenovac only. During this natural disaster, 51 persons lost their lives, out of which 23 lost their lives by drowning. In the 24 most affected municipalities, the total damage is 1.525 billion euros of which 0.885 billion is the value of destroyed material assets and 0.640 billion euros are losses in production. If all the affected municipalities are taken into account, the total flood damage is rising to 1.7 billion euros. [2]



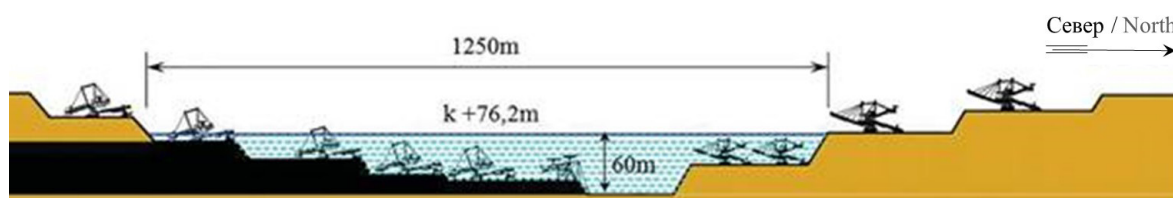
Слика / Figure 2, Потопљени тамнавски површински копови / Flooded open-pits of Tamnava

Тумач: 1 – ПК „Тамнава Источно поље“, 2 – ПК „Велики Црљени“, 3 – ПК „Тамнава Западно поље“

Legend: 1 - OP „Tamnava East field“, 2 - OP „Veliki Crljeni“, 3 - OP „Tamnava West field“

У депресију површинског копа „Тамнав Западно поље“ излило се око 187 милиона m^3 воде, а у депресију површинског копа „Велики Црљени“ око 27,4 милиона m^3 воде. Под водом се нашло пет роторних багера, багер ведричар, два одлагача, четири багера дреглајна, пет самоходних транспортера, 22 погонске станице и 29,3 km транспортера, 10 трансформаторских станица, девет разводних постројења и 17 помоћних машина (булдозери, утоварачи, цевополагачи итд.) [7], слике 2, 3 и 8. Вредност уништених и оштећених рударских и енергетских добара је 181,1 милион евра, губици у производњи 305,8 милион евра, укупна штета је 487,7 милиона евра [2]. Испумпавање воде из тамнавских површинских копова трајало је од маја 2014. до краја априла 2015.

About 187 million m^3 of water burst into the „Tamnava West field” depression of the open-pit, and in the depression of the open-pit „Veliki Crljeni” about 27.4 million m^3 of water. The water completely covered five bucket-wheel excavators, bucket dredger, two spreaders, four bucket draglines, five self-propelled conveyors, 22 working units and 29.3 km of conveyors, 10 transformer stations, nine distribution plants and 17 auxiliary machines (bulldozers, loaders, pipe laying machines etc.) [7], figures 2, 3 and 8. The value of destroyed and damaged mining and energy assets is 181.1 million euros, production losses amount to 305.8 million euros, and the total damage is 487.7 million euros [2]. Pumping the water out of Tamnava open-pits lasted from May 2014 until the end of April 2015.



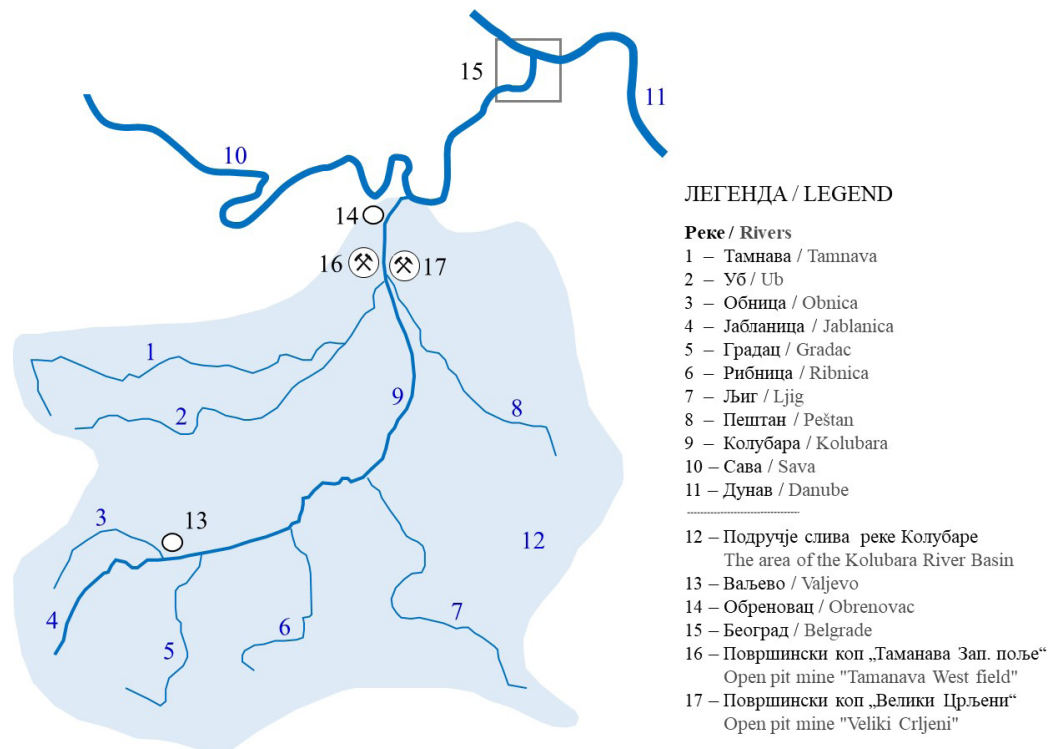
Слика / Figure 3, Скица позиција машина у потопљеном површинском копу „Тамнав Западно поље“ (Л. Живковић) / Sketch position of machines in the overflowed open-pit „Tamnava West field“ (L. Živković) [7]

ОСНОВНА ОБЕЛЕЖЈА ХИДРОГРАФИЈЕ ПОДРУЧЈА

На ширем подручју Рударског басена Колубара са развијеном хидрографском мрежом река Колубара је главни водоток који протиче југ-север протиче централним делом угљеног басена. Река настаје спајањем Обнице и Јабланице код Ваљева, дугачка је 86,5 km. Значајније леве притоке су Тамнава и Уб, а десне Градац, Рибница, Љиг и Пештан. Улива се у Саву код Обреновца. Површина слива, слика 4, је око 3.600 km^2 а просечан проток 31 m^3/s . Водни режим Колубаре одликују нагла и велика колебања водостаја и протока. Ради заштите од поплава обављени су значајни хидромелиорациони радови низводно од ушћа реке Љиг.

BASIC HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE AREA

In the wider area of the Kolubara Mining Basin with developed hydrographic network, the Kolubara River is the main watercourse that flows in the direction south-north through the central part of the coal basin. The river is formed by merging two rivers- Obnica and Jablanica near Valjevo, and it is 86.5 km long. More important left tributaries are Tamnava and Ub, and right tributaries are Gradac, Ribnica, Ljig and Peštan. It flows into Sava near Obrenovac. The surface of the basin, figure 4, is about 3,600 km^2 and the average flow is 31 m^3/s . Water regime of Kolubara is characterized by sudden and large variations in water levels and water flow. For the purposes of protection from floods, significant hydromelioration works were carried out downstream from the estuary of the Ljig River.



Слика / Figure 4, Скица сливног подручја реке Колубаре
 / Sketch of the area of the basin of Kolubara River [1]

ПРИКАЗ ПОПЛАВНИХ ДОГАЂАЊА

Потапање површинског копа „Тамнава Западно поље“

РЕКА КОЛУБАРА: У склопу припрема за отварање површинског копа „Тамнава Источно поље“, узводно од моста на индустријској прузи Вреоци – Обреновац до ушћа реке Враничине, у дужини од 8,5 km изведено је 1975 – 1977. измештање реке Колубаре. Корито је димензионисано за рачунску хиљадугодишњу велику воду са надвишењем круне насипа према копу за 1,0 m. Ширина корита у дну је 16 m, пад дна 0,90 ‰ а растојање између насипа 140 m. У случају појаве још већих вода, предвиђено је да река Колубара прелије десни насип и излије се у тада ненасељено приобаље према Ибарској магистри.

Јужно од границе површинског копа према Лајковцу, од ушћа реке Враничине до асфалтног пута (бивше пруге Лајковац – М. Борак) изграђен је попречни насип дужине око 2 km за заштиту од великих вода реке Колубаре. Насип је обухватао сливно подручје реке Враничине и потока Скобаљ, а димензионисан за рачунску хиљадугодишњу велику воду са надвишењем круне насипа према копу за 1,0 m,

REVIEW OF FLOOD EVENTS

Overflooding of open-pit „Tamnava West field“

KOLUBARA RIVER: In the course of preparations for the opening of the open-pit „Tamnava East field“, upstream from the bridge on the industrial railway Vreoci - Obrenovac to the estuary of the Vraničina river, the relocation of 8,5 km of the Kolubara River was carried out during the period from 1975 to 1977. The basin is dimensioned for calculating a thousand-year-old large water with a crown of the embankment rising for 1,0 m over the pit. The width of the basin at the bottom is 16m, the bottom lowers for 0.90 ‰ and the distance between the embankments is 140 m. In the event of the occurrence of even larger waters, it is envisaged that the Kolubara River overflows the right bank and flows into the uninhabited coastline towards the Ibar highway.

South from the border of the open-pit towards Lajkovac, from the estuary of the Vraničina River to the asphalt road (former Lajkovac - M. Borak railway), a 2 km long transverse embankment was constructed for protection from the great waters of the Kolubara River. The embankment encompassed the basin area of the Vraničina river and the Skobalj stream, and it was dimensioned for calculating a thousand-year-old large water with a crown rising 1.0 m over the

код пута (бивше пруге) за око 1,5 m. Планом заштите од великих вода било је предвиђено да се пут затвара за саобраћај насипањем земљаног материјала.

Преко регулисаног корита изграђен је армирано бетонски мост на прилазном путу према површинском копу „Тамнава Источно поље“, са водозахватом за термоелектрану „Колубара А“. По завршеном измештању и регулацији реке Колубаре, извршеном техничком прегледу и пријему радова, објекат је предат ЈП Србијаводе на даље управљање и одржавање.

pit, and about 1.5 m by the road (ex-railway). The plan for the protection from large waters prescribed closing the road for traffic by dumping in layers of ground.

A reinforced concrete bridge was built over the regulated basin via the access road towards the „Tamnava East field“, with water intake for the thermal power plant „Kolubara A“. After the completed realignment and regulation of the Kolubara River, the technical inspection and the reception of the works, the facility was handed over to PUC Srbijavode for further management and maintenance.



Слика / Figure 5, Објекти, смерови поплавног тока и изливи /
 Facilities, directions of the flood flow and effluents

Тумач: 1 – ПК „Тамнава Западно поље“, 2 – ПК „Тамнава Источно поље“, 3 – ПК „Велики Црљени“, 4 – Мост и водозахвата за термоелектрану, 5 – Плави мост, 6 – Ретензија Кладница, 7 – Ретензија на Дубоком потоку, 8 – Акумулација „Палуви Виш“, 9 – Тунел акумулације, 10 – Река Враничина, 11 – Место скретања реке Колубаре у ПК „Тамнава Источно поље“, 12 – Излив Пештана, 13 – Излив Колубаре, 14 – Преливање насипа, 15 – ПК „Поље Д“

Legend: 1 - OP „Tamnava West field“, 2 - OP „Tamnava East field“, 3 - OP „Veliki Crljeni“, 4 - Bidge and intake of water for thermal power plant, 5 - Blue bridge, 6 - Flood-way Kladnica, 7 - Flood-way on Duboko polje, 8 - Accumulation „Paljuvi Viš“, 9 - Accumulation tunnel, 10 - Vraničina River, 11 - Place where Kolubara River turns into OP „Tamnava East field“, 12 - Effluent of Peštana, 13 - Effluent of Kolubara, 14 - Overflowing of the embankment, 15 - OP „Field D“

Регулисано корито реке Колубаре низводно од водозахвата за термоелектрану „Колубару А“ и узводно од тзв. „Плавог моста“ било је обрасло растињем, несумњиво да је то повећало коефицијент отпора и смањило пропусну моћ корита.

На деоници низводно од водозахвата за термоелектрану „Колубару А“ дошло је до преливања воде преко левог и десног насипа, лево преливена вода поплавила је насеље Сумеђ, а десно поплавила је пољопривредно земљиште и дошла до Ибарске магистрале.

The regulated bed of the Kolubara River downstream from the water intake for the thermal power plant „Kolubara A“ and upstream of the so called „Blue Bridge“ was covered with bushes, and this undoubtedly increased the resistance coefficient and reduced the permeability of the riverbed.

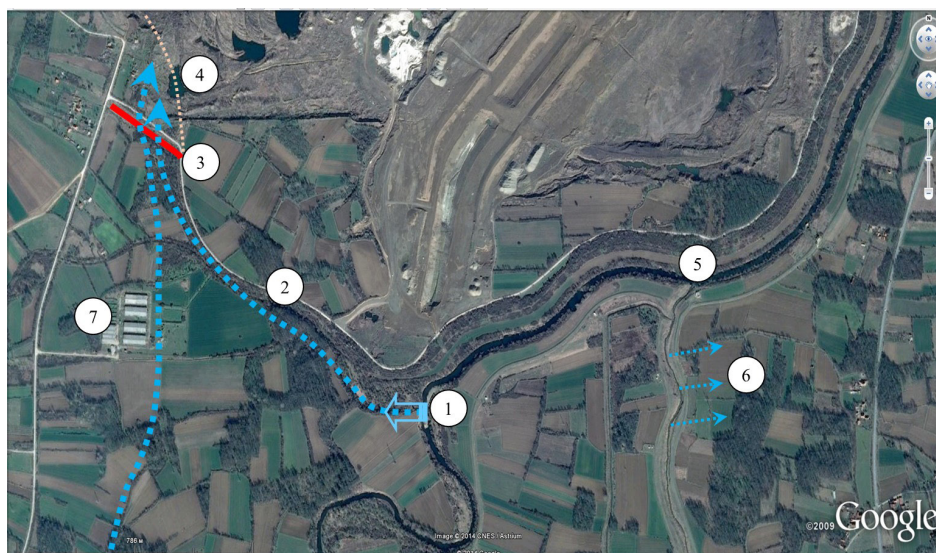
In the downstream part of the water intake for the thermal power plant „Kolubara A“, the water flowed over the left and right embankments; on the left, the water flooded the settlement Sumedj, and on the right, it flooded agricultural land and reached the Ibar highway.

Узводно 4,68 km од водазахвата за термоел-крану „Колубару А“, због прилаза површин-ском копу, постављен је ~1982. на бетонским обалним ослонцима монтажни мост Бејли кон-струкције распона око 20 m. Касније, обалним ослонцима постављен је челични тзв. „Плави мост“, и изграђен асфалтни пут у нивоу наси-па за велику воду. Током поплавног таласа због сужења протицајног профила, наноса дрвећа и свега што је поплазни талас покупио и донео, настао је успор воде са великом брзином те-чења око ослонаца моста. Последица је рушење ослонаца и моста који је вода однела око 100 m, слика 9. Низводно од моста око 150 m на потезу кривине, вода је подлокала и разорила камену облогу 2008. регулисаног корита Колубаре.

ЗАШТИТНИ НАСИП: У фази обуставе екс-плоатације угља на површинском копу „Там-нава Источно поље“, рударским радовима је захваћен део попречног заштитног насипа на дужини око 400 m и канал Скобаљског потока. Зато је ~2002. изграђен нови насип дужине око 250 m, и измештен канал потока Скобаљ - јуж-но од постојећег, испред границе захвата повр-шинског копа. Крај трасе новог заштитног на-сипа према Скобаљу, померен је јужно око 300 m ротирањем око тачке споја са постојећим насипом.

4,68 km upstream from the water intake for thermal power plant “Kolubara A”, due to the approach of the open-pit, the portable bridge called Bailey Bridge about 20 m wide, was constructed on the concrete coastal support. Later on, the so-called “Blue Bridge” was constructed on the coastal support, as well as asphalt road in the level of the embankment for great waters. During the flood wave due to the narrowing of the flow profile, the deposits of trees and everything that the flood wave had picked up and brought, the waters started flowing much slower around the support of the bridge. This resulted in the demolition of the supports and the bridge, which the water carried for about 100 m, figure 9. About 150 m downstream from the bridge, on the curve, the water undercut and destroyed the stone cover of the Kolubara riverbank, which was regulated in 2008.

PROTECTIVE EMBANKMENT: In the phase of stopping the exploitation of coal on the open-pit “Tamnava Istočno polje”, mining works have covered a part of a transverse protective embankment at a length of about 400 m and the channel of Skobaljski stream. That is why around 2002, a new embankment was built which was about 250 m long and the channel of Skobaljski potok was reallocated south from the existing one, before the border of the pen-pit mine. The end of the route of the new protective embankment towards Skobalj was moved south about 300 m by rotating around the point of connection with the existing embankment.



Слика / Figure 6, Токови поплавних вода јужно од тамнавских копова /
 Directions of the flooding waters south from the pits of Tamnava

Тумач: 1 – Место скретања главног тока реке Колубаре, 2 – Заштитни насип из 1977,
 3 – Заштитни насип из 2002, 4 – Део заштитног насипа из 1977. захваћен рударским радовима,
 5 – Ушће Пештана, 6 – Излив Пештана, 7 – Фарма „Јабучје“

Legend: 1 - The place where the main stream of the Kolubara River turns, 2 - Protective embankment from 1977, 3 - Protective embankment from 2002, 4 - A part of the protective embankment from 1977, affected by mining works, 5 - Estuary of Peštan, 6 - Overflowing of Peštan, 7 - Farm „Jabuče“

Новоизграђени насип је нижи од нивелете пута (бивше пруге) око 0,30 m и око 1,92 m од старог насипа изграђеног 1977. На месту споја кота старог насипа је +99,50 m а новог +97,58 m. Изливање реке Колубаре одвијало се тако што је прво поплављен простор између корита реке, попречног насипа и пута (што се и раније дешавало). Узводно од регулисаног дела Колубаре тј. пре ушћа Враничине нема насипа, па је изливена вода текла према новом заштитном насипу. Када је ниво воде поплавног таласа порастао изнад коте круне новог насипа (+97,58 m), дошло је до преливања и рушења дела насипа у дужини око 150 m. Због велике брзине течења преливене воде према депресији површинског копа, на поплављеном подручју створене су дубоке јаруге у више праваца. Један правац је канал реке Враничине која се уливао у Колубару ~1,5 km источно од срушеног насипа. Пошто је тло од меких песковитих речних седимената, део воде главног тока поплавног таласа кренуо је каналом реке Враничине у супротом смеру, проширио га и улио се у површински коп на месту већ срушеног насипа. На ово месту је главни продор воде из Колубаре у површинске копове „Тамнава Источно“ и „Тамнава Западно поље“, слике 5, 6 и 7.

АКУМУЛАЦИЈА ПАЉУВИ ВИШ: Ради заштите тамнавских површинских копова од великих вода река Кладнице, изграђена је 1984. акумулација „Паљуви Виш“, корисне запремине 11,40 милиона m³. Функција акумулације је да прихвати без преливања велике воде хиљадугодишње вероватноће појаве и одведе их тунелом у реку Враничину из ње у Колубару. Тунел је дугачак 1.750 m, пречника 2,0 m, капацитета 7,7 – 8,2 m³/s, на улазу са затварачима. Предвиђено је да током експлоатације уља на тамнавским површинским коповима акумулација буде празна, осим мртвог простора запремине 300.000 m³. На брани је изграђен армирано бетонски прелив са брзотоком и слапиштем, димензионисаним за десетохиљадугодишње велике воде. Пројектовани режим рада акумулације реализован је до 2000. Управљање акумулацијом преузимају риболовци, спуштају и блокирају затвараче на одводном тунелу и пуне акумулацију изнад планиране коте мртвог простора.

Поплавни талас реке Кладнице је преко затечене воде у акумулацији и преко прелива, старим коритом наставио до ретензије на Кладници, изграђене за заштиту од великих вода површинског копа „Тамнава Западно поље“. Под налетом воде ретензија се прелила и сру-

The newly built embankment is about 0,30 m lower than the finished level of the road (former railway) and about 1,92 m lower than the old embankment built in 1977. At the place where they join, the ground level of the old embankment is +99.50 m and the of the new +97.58 m. The overflowing of the Kolubara River happened in such a way that the area that was first flooded was between the river beds, the transverse embankment and the road (which has happened before). Upstream of the regulated part of Kolubara, i.e. before the estuary of the Vraničina river there was no embankment, so the water flowed towards the new protective embankment. When the water level of the flood wave rose above the crown of the new embankment (+ 97.58 m), a part of the embankment was overflowed and demolished in the length of about 150 m. Due to the high flow rate of spilled water towards the depression of the open-pit, in the flooded area deep mounds were created in several directions. One of the directions is the channel of the Vraničina river, which flows into Kolubara about 1,5 km east from the demolished embankment. Since the soil consists of soft sandy river sediments, part of the main stream water of the flood wave started at the channel of the Vraničina River in the opposite direction, expanded it and entered the open-pit at the site of the already demolished embankment. This is the place of the main penetration of water from Kolubara to the open pits „Tamnava East field“ and „Tamnava West field“, figures 5, 6 and 7.

RESERVOIR PALJUVI VIŠ: In order to protect the open-pits of Tamnava from the great waters of the river Kladnica, the reservoir „Paljuvi Viš“ was built in 1984, with a useful volume of 11.40 million m³. The purpose of the reservoir is to take without spilling a large water of a thousand-year probability of occurrence and transfer it by tunnel into the river Vraničina and from it in Kolubara River. The tunnel is 1,750 m long, has 2.0 m in diameter, and a capacity of 7.7 to 8.2 m³ / s, at the entrance with shutters. It is envisaged that during the exploitation of coal on the Tamnava, open-pits the accumulations should be empty, except for a dead space of 300,000 m³. A reinforced concrete topping with a swift and waterfall was built on the dam, dimensioned for tenth-year-old large water. The designed working regime of accumulation was realized until 2000. The management of the accumulation is handled by the fishermen, they lower and block the seals on the drainage tunnel and fill the accumulation above the planned level of the dead space.

The flood wave of the Kladnica River continued through the accumulated water in the reservoir and over the embankment, following the old riverbed until floodway at Kladnica, built for the protection from the great waters of the surface mine „Tamnava

шила, а вода отекла у површински коп „Тамнава Западно поље“, слике 5 и 6. На ретензији Кладница је пумпно постројење капацитета $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ које је због прекида у напајању електричном енергијом и плављењем било ван функције. Према измереном трагу нивоа воде на преливу био је $1,10 \text{ m}$, а протицај $51,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Процена је да се овим путем у коп улило око 15 милиона m^3 воде.

РЕТЕНЗИЈА НА ДУБОКОМ ПОТОКУ: За заштиту тамнавских копова од вода са јужног дела слива, изграђена је ретензија на Дубоком потоку, запремине око 0,4 милиона m^3 , са црпном станицом капацитета $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$. Вода је прелила бетонски прелив и отекла у површински коп „Тамнава Западно поље“. Ове воде нису значајне за потапање копа.

West field”. Under the sudden flow of the water, the floodway was over flooded and cracked, and the water swelled into the open-pit “Tamnava West field”, figures 5 and 6. At the floodway Kladnica there is a pumping plant with a capacity of $2.2 \text{ m}^3 / \text{s}$, which was out of function due to interruptions in power supply and flooding. According to the measured trace of the overflow, the water level was 1.10 m and the flow was $51.0 \text{ m}^3/\text{s}$. It is estimated that about 15 million m^3 water entered into the pit in this way.

FLOODWAY AT DUBOKI POTOK: For the protection of the pits of Tamnava from the waters from the south part of the basin, a floodway was built on Duboki potok, with value of about 0.4 million m^3 , with the pumping station capacity of $0.40 \text{ m}^3/\text{s}$. The water crossed over the concrete overflow and entered the open-pit “Tamnava West field”. These waters are not significant for overflowing of the pit.



Слика / Figure 7, Уливање Колубаре у ПК „Тамнава Источно поље“ на месту пробоја новог заштитног насипа / Estuary of Kolubara into OP „Tamnava East field” at the place where the new protective embankment was pierced

Потапање површинског копа „Велики Црљени“

ИЗМЕШТАЊЕ КОЛУБАРЕ: У склопу радова на отварању површинског копа „Велики Црљени“, 2008. је измештен део корита Колубаре регулисаног 1977. Корито је измештено преко унутрашњег одлагалишта површинског копа „Тамнава Источно поље“ на дужини $2,90 \text{ km}$ и $1,78 \text{ km}$ преко постојећег терена. Геометријски и хидраулички параметри измењени су у односу на решење из 1977, пад корита смањен је са $0,9 \text{ ‰}$ на $0,35 \text{ ‰}$. Корито је димензионирано за рачунску велику воду $Q_{\text{max}1\%} = 708 \text{ m}^3/\text{s}$, са надвишењем насипа мин. $1,0 \text{ m}$ за

Overflooding of the open-pit “Veliki Crljeni”

RELOCATION OF KOLUBARA: As part of the works on the opening of the open-pit “Veliki Crljeni”, a part of the Kolubara riverbed, which was regulated in 1977, was relocated in 2008. The riverbed was relocated over the inner landfill of the open-pit “Tamnava East field” for $2,90 \text{ km}$ and $1,78 \text{ km}$ over the existing terrain. Geometric and hydraulic parameters were changed in relation to the 1977 solution, the fall of the riverbed was reduced from 0.9 ‰ to 0.35 ‰ . The riverbed was dimensioned for great waters $Q_{\text{max}1\%} = 708 \text{ m}^3/\text{s}$, with the banking of the embankment min. $1,0 \text{ m}$ for $Q_{\text{max}0,1\%} = 940 \text{ m}^3/\text{s}$. It should be taken into consid-



Слика / Figure 8, Потопљене машине на ПК „Тамнава Западно поље“ /
 The subersed machines at the OP „Tamnava West field“



Слика / Figure 9, Срушена конструкција „Плавог моста“ /
 Demolished construction of the „Blue Bridge“

$Q_{\max 0,1\%} = 940 \text{ m}^3/\text{s}$. Треба имати у виду и да је у време наилаaska поплавног таласа пропусна моћ новог корита била смањена због обраслости растињем низводног дела корита. Узводно од прилазног пута и водозахвата за термоелектрану „Колубара А“, протицајни профил и коте насипа на дужини ~150 m нису мењани. У кориту је изграђено проточно језеро површине 12 ha, на локацији раније планиране касете за одлагање пепела из термоелектране. Ради заштите од инфилтрације воде, корито и део језера обложени су водонепропусном фолијом

eration that at the time of the flood wave, the rate of flow of the new riverbed was reduced because of the upstream part of the bed which was covered in bushes. Upstream from the access road and water intake for thermal power plant “Kolubara A”, the flow profile and levels of the embankment at the lengths ~150m remained unchanged. Running lake was built in the riverbed with surface of 12ha, at the location of the previously planned coffer for disposal of ash from the thermal power plant. For the purposes of protection from water infiltration, the riverbed and a part of the lake were covered in fireproof foil and the slopes were

а косине каменом. Језеро је обрасло растињем и делом запуњено наносом.

Узводно ~150 m од водозавхвата за термоелектрану поплазни талас је прелио и срушио део десног насипа. Један део преливене воде је каналом „Црне воде“ ушао и потопио површински коп „Велики Црљени“ са северне стране, направио дубоку јаругу, а други део се излио према Ибарској магистрали, потопио прилазни пут и приобаље.

Према траговима воде у кориту реке Враничине узводно од пропуста на путу Лајковац-М. Борак, протицаји су били мали, и нису имали битан утицај. Према трагу воде на десном новом насипу реке Колубаре, на профилу кривине - узводно од водозавхвата око 300 m, ниво воде био је испод круне насипа 0,3 – 0,50 m. Процена је, да се део воде Колубаре није излио у простор површинског копа „Тамнава Источно поље“, новоизграђено корито вероватно неби могло да пропусти ове воде, те би се излиле у депресију површинског копа „Велики Црљени“.

РЕГУЛАЦИЈА ПЕШТАНА: Ради заштите пољопривредног земљишта, 1974. изведена је регулација Пештана. Корито димензионисано за рачунску стогодишњу велику воду $Q\ 1\% = 175\ m^3/s$, у надлежности је ЈП Београдводе, било је обрасло растињем. Река се раније повремено изливала и плавила земљиште узводно од Ибарске магистрале. У време регулације реке Пештан, површинског копа „Велики Црљени“ није било ни у плановима, тако да десни насип река Пештан узводно од ушћа у реку Колубару дужине ~200 m, није димензионисан да осигура заштиту површинског копа „Велики Црљени“. У оваквим околностима узводно од ушћа Пештан у Колубару услед успора воде дошло је до преливања, местимичног рушења насипа и отицања воде према површинском копу „Велики Црљени“ са југоисточне стране, формирајући дубоке јаруге.

ПОУКА

Детерминацију и функционисање рудничких система за заштиту од вода интерактивно спајају све активности од дефинисања концепције решења, пројектовања до одржавања и управљања системом. На оваквом приступу посматран проблем потапања тамнавских површинских копова, истиче дилему да ли су екстремне падавине са катастрофалним поплазним таласом као последицом, који је 14. и 15.

covered in rocks. The lake was covered with overgrowth and partly filled with deposits.

About 150 m upstream from the water intake for the thermal power plant, the flood wave covered and demolished a part of the right embankment. One part of the spilled water entered through the channel “Crna voda” and overflowed the open-pit “Veliki Crljeni” on the north side, and made a deep gorge, whereas the other part spilled towards Ibar highway, and overflowed the access road and coastline.

According to the traces of water in the riverbed of Vraničina river, upstream from the channel on the road Lajkovac - M. Borak, the discharges were rather small and had no significant impact. According to the traces of water at the right side of the new embankment of the Kolubara river, the level of the water below the crown of the embankment was 0,3-0,50m at the profile of the curve - upstream from the water intake about 300 m. It is estimated that, hadn't a part of the Kolumara river spilled into the space of the open-pit „Tamnava East field“, the newly built riverbed probably wouldn't have put through all these waters, so they would have spilled in the depression of the open-pit “Veliki Crljeni”.

REGULATION OF PEŠTANI: For the purposes of regulation of the agricultural land, a regulation of Peštani was carried out in 1974. The riverbed was dimensioned for calculative centennial large water $Q\ 1\% = 175\ m^3 / s$, and it was under jurisdiction of PUC Beogradvode, and it was covered in bushes. The river had occasionally spilled and flooded the land upstream from the Ibar highway. At the time of the regulation of the Peštan river, the open-pit “Veliki Crljeni” was not even in the plans, so the right bank of the Pestan River upstream of the estuary of the Kolubara River ~ 200 m long was not dimensioned to ensure the protection of the open-pit “Veliki Crljeni”. In these circumstances, upstream from the estuary of Peštan and Kolubara, due to the water's downfall, there was spillage of water, partial collapse of the embankments and swelling of the water toward the open pit “Veliki Crljeni” from the southeast, forming deep gorges.

CONCLUSION

The determination and functioning of protection of mine systems against waters, interactively connect all the activities from defining the conceptual designs, designing itself to maintenance and management of the system. This approach views the problem of overflowing of the open-pits of Tamnava, highlights the dilemma as to whether extreme precipitation with a catastrophic flood wave is a consequence, which on 14 and 15 May 2014 struck the area of the cen-

маја 2014. захватио подручје централног дела угљеног басена Колубара, искључиви утицајни чинилац плављења копова. Одгонетка главоломке „Шта би било да је било?“ отвара питања како би се поплавни процес одвијао и какве би последице по површинске копове биле да су водни објекти одржавани и контролисани према пројектним захтевима, техничким стандардима и нормативима, да су насипи били јачи на критичним местима итд. Да нам ову веома скупу лекцију природа не би поновила и наплатила, неопходно је извући поуке темељном стручном анализом интеракције поплавног процеса и функционисања система за заштиту од вода. Ни у једној области као у рударству природа периодично не тестира нашу спремност на изненађења, зато би резултати овакве анализе имали широк значај за инжењерство и науку. Осим побуде у том смислу, рад нема друге преференције.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохаска С., Златановић Н., Реконструкција катастрофалне свибанске поплаве 2014. године у сливу ријеке Колубаре (Србија), Хрватске воде 24, 2016, стр. 261-274.
2. Извештај „Поплаве у Србији 2014“, Уједињене Нације, Европска Унија, Светска банка, Влада Републике Србије, Београд 2014, 179 стр.
3. Нишавић А., Зарић, М., Гулан М., Декић Љ., Метеоролошки услови у мају 2014. године и могућност прогнозирања обилних падавина, Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд, 2014, 28 стр.
4. Студија о процени утицаја на животну средину – Допунски рударски пројекат ПК „Тамнава – Западно поље“, РБ Колубара огранак Пројекат, Лазаревац, 2009, 158 стр.
5. Студија унапређења заштите вода у сливу реке Колубаре, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ Београд, 2015, 339 стр.
6. Анализа хидролошке ситуације на главним сливовима на територији Републике Србије за 2014. годину, Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд, 2014, 17 стр.
7. Вујић С., Грубић А., и др., Српско рударство и геологија у другој половини XX века, Академија инжењерских наука Србије, Матица српска, Рударски институт Београд, Београд, 2014, 564 стр.

tral part of the coal basin Kolubara, and is the exclusive influential factor in the floating of the mines. The solution to the puzzle “What would have happened?” opens up questions about how the flood process would unfold and what the consequences for the open pit would be had the water facilities been maintained and controlled according to the design requests, technical standards and norms, had the embankments been stronger at critical places, etc. It is necessary to draw conclusions from a detailed expert analysis of the interaction between the flooding process and functioning of the system for protection against waters so as not to have the Nature repeat this very expensive lesson. In no area like mining does the Nature periodically test our readiness to surprises, and that is why the results of such an analysis would have great contribution to engineering and science. Apart from the initiative in this regard, the paper has no other preferences.

REFERENCES

1. Prohaska S., Zlatanović N., Reconstruction of the catastrophic May Flood in 2014 in the Kolubara River Basin (Serbia), Hrvatske vode 24, 2016, pp. 261-274.
2. Report “Floods in Serbia in 2014”, United Nations, European Union, World Bank, the Government of the Republic of Serbia, Belgrade 2014, 179 p.
3. Nišavić A., Zarić M., Gulan M., Dekić Lj., Meteorological conditions in May 2014 and possibility of forecasting heavy precipitation, Republic Hydrometeorological Service of Serbia, Belgrade, 2014, 28 p.
4. Environmental Impact Assessment Study - Additional mining project of OP „Tamnava West field”, RB Kolubara ogranak Projekat, Lazarevac, 2009, 158 p.
5. Study of the improvement of water protection in the Kolubara River Basin, the Water Management Institute “Jaroslav Cherni” Belgrade, 2015, 339 p.
6. Analysis of the hydrological situation in the major river basins in the territory of the Republic of Serbia for 2014, Republic Hydrometeorological Service of Serbia, Belgrade, 2014, 17 p.
7. Vujić S., Grubić A., etc., Serbian mining and geology in the second half of the 20th century, Academy of Engineering Sciences of Serbia, Matica srpska, Mining Institute Belgrade, Belgrade, 2014, 564 p.

АНАЛИЗА ХИДРОГЕОЛОШКИХ И ГЕОМЕХАНИЧКИХ
 КАРАКТЕРИСТИКА ОДЛОЖЕНИХ МАСА НА ПК ДРМНО
 СА АСПЕКТА САГЛЕДАВАЊА МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ
 ВЕРТИКАЛНИХ ШЉУНЧАНИХ ДРЕНОВА

ANALYSIS OF HYDROGEOLOGICAL AND GEOMECHANICAL
 CHARACTERISTICS OF DEPOSITED MASS ON OP DRMNO
 FROM THE ASPECT OF CONSIDERING THE APPLICATION
 OF VERTICAL GRAVEL DRAINS

DOI: 10.25075/BM.2017.06

Владан Чановић
 Виолета Чолаковић
 Светомир Максимовић
 Стеван Ђорлука

Рударски институт Београд
 vladan.canovic@ribeograd.ac.rs

Vladan Čanović
 Violeta Čolaković
 Svetomir Maksimović
 Stevan Ćorluka

Mining Institute Belgrade
 vladan.canovic@ribeograd.ac.rs

Сажетак: Један од најзначајнијих проблема у површинској експлоатацији угља Србије јесте нестабилност унутрашњих одлагалишта и појава клизишта већих размера. Узрок таквих појава је недовољна претходна одводњеност откритке која се копа и непостојање или нефункционисање предвиђених објеката предодводњавања и одводњавања.

Повећана оптерећења одложених маса у условима изузетне одводњености одлагалишта довела су до померања одложених маса и стварања клизишта на више локација на простору унутрашњег одлагалишта ПК Дрмно.

Наставак одлагања јаловине у унутрашњем одлагалишту захтева комплексан приступ и анализу новонасталих односа пре свега у самом телу одлагалишта као и анализу интеракције природних карактеристика тла, на коме је формирано одлагалиште и одложених јаловинских маса. На основу добијених података сагледала би се могућност побољшања носивости стабилности одложених маса применом вертикалних шљунчаних дренажа.

Кључне речи: површински коп, одлагалиште, клизиште, вертикални дренаж

Abstract: One of the most significant problems in the surface exploitation of coal in Serbia is the instability of internal landfills and the appearance of landslides of larger proportions. The cause of such phenomena is the insufficient previous drainage of the excavation that is being dug and the absence or non-functioning of the predisposed objects of pre-drainage and drainage.

The increased loads of deposited masses in conditions of exceptional drainage of the landfill led to the movement of deposited masses and the creation of landslides on several locations in the area of the internal landfill of PK Drmno. Continuation of disposal of tailings in the internal landfill requires a complex approach and analysis of newly formed relationships primarily in the body of the landfill, as well as the analysis of the interaction of the natural characteristics of the soil, where the landfill and deposited tailings were formed. On the basis of the obtained data, we would consider the possibility of improving the load capacity of the deposited masses using vertical gravel drainage.

Key words: land mine, landfill, landslide, vertical drain

УВОД

Највећи површински копови угља у Србији раде у саставу Јавног предузећа „Електропривреда Србије“.

Вишедеценијска рударска пракса на колубарским и костолачким коповима показала је све мањкавости управљања унутрашњим одлагалиштима. Углавном су се проблеми одржавања стабилности унутрашњих одлагалишта сводили на примену одређених технолошких захвата који су се у пракси показали целисходним. Далеко би се већи ефекти остварили да су се ти проблеми решавали кроз подизање ефеката благовременог предодводњавања и одводњавања копова. У рударској пракси, на површинским коповима угља у Западној Европи, алгоритам активности је другачије постављен и проблеми стабилности унутрашњих одлагалишта је далеко мањи па се управо из тих разлога нису значајније развиле ни методе за подизање нивоа њихове стабилности.

Пројектантски тим Рударског института Београд приступио је аналитички, детаљно и свеобухватно у сагледавању овог проблема. Конкретно пројектно решење је практично примењено на једном делу унутрашњег одлагалишта на ПК Дрмно и сада је оно у фази праћења и редизајнирања.

ХИДРОГЕОЛОШКЕ И ГЕОМЕХАНИЧКЕ АНАЛИЗЕ УНУТРАШЊЕГ ОДЛАГАЛИШТА

Унутрашње одлагалиште ПК Дрмно је антропогени депозит изграђен највећим делом од леса, прашина и ситнозрних пескова у којем није могуће дефинисати било какву врсту слојевитости јер је одлагање јаловине било неселективно.

На основу резултата гранулометријског састава узетих узорка из истражних бушотина изведених у унутрашњем одлагалишту, применом емпиријског обрасца (Хазен) срачунате су вредности коефицијента филтрације који се крећу у интервалу од 10^{-7} до 10^{-8} m/s [2]. На основу добијених вредности коефицијента филтрације може се закључити да се за одводњавање унутрашњег одлагалишта не могу користити гравитациони бунари. Овај закључак је узет у обзир приликом разматрања варијантних решења дренажа за потребе декомпресије (стабилизације) унутрашњег одлагалишта.

На унутрашњем одлагалишту у периоду од 2008. до 2010. године вршена су осматрања нивоа подземних вода на десет пијезометара чији нивограми су приказани на слици 1 [2].

INTRODUCTION

The largest surface coal mines in Serbia work as a part of the Public Enterprise “Elektroprivreda Srbije”.

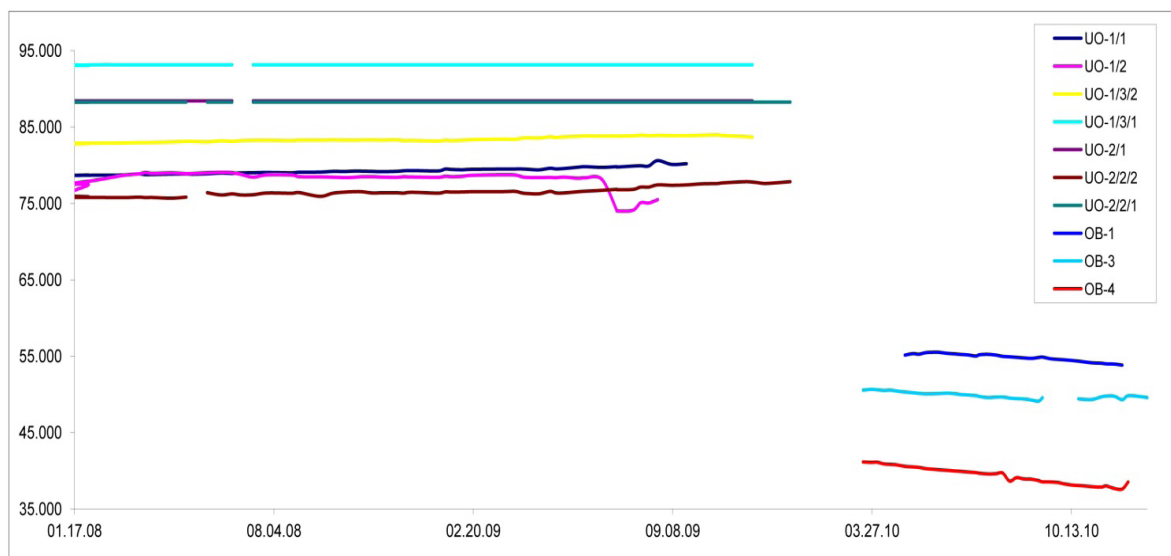
Decades of mining practice on Kolubara and Kostolac mines showed all the defects in the management of internal landfills. Mainly, the problems of maintaining the stability of the internal landfills were reduced to the application of certain technological interventions, which in practice proved to be worthwhile. Far more effective effects would have been realized that these problems were solved by raising the effects of timely pre-drainage and drainage. In mining practice, on surface coal mines in Western Europe, the algorithm of activities is different, and the problems of stability of internal landfills are far smaller, and for these reasons, the methods for raising the level of their stability have not significantly increased.

The design team of the Mining Institute in Belgrade has come up with analytical, detailed and comprehensive analysis of this problem. Specifically, the project solution is practically applied in one part of the internal landfill on PK Drmno, which is now in the phase of monitoring and re-designing.

HYDROGEOLOGICAL AND GEOMECHANICAL ANALYSIS OF THE INTERNAL LANDFILL

The internal landfill of PK Drmno is an anthropogenic deposit built mostly of wood, dust and fine sand, where it is not possible to define any type of layering since the laying of the tailings was non-selective. Based on the results of the granulometric composition of the samples taken from the exploratory wells carried out in the internal landfill, using the empirical form (Hazen), the values of the filtration coefficient are calculated from the interval from 10^{-7} to 10^{-8} m/s [2]. Based on the obtained values of the filtration coefficient, it can be concluded that gravity wells cannot be used for the drainage of the internal landfill. This conclusion is taken into account when considering variant drainage solutions for the decompression (stabilization) of the internal landfill.

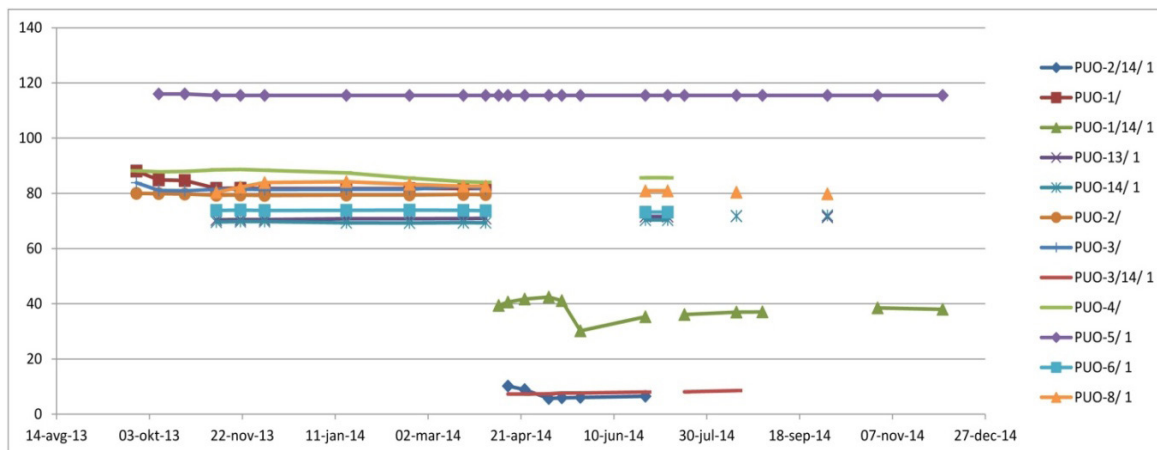
At the internal landfill in the period from 2008 to 2010, observations of the groundwater level were performed on ten piezometers whose levels are shown in figure 1 [2].



Слика / Figure 1, Нивограми на осматраним УО и ОБ пијезометрима на унутрашњем одлагалишту ПК Дрмно окација и пресек окна / Levels at observed UO and OB piezometers on internal landfill of PK Drmno

У периоду од 26.9.2013. до 4.12.2014. године вршене су осматрања на РУО пијезометрима чији нивограми су приказани на слици 2 [2]. Регистровани нивои подземних вода на РУО пијезометрима унутар тела унутрашњег одлагалишта крећу се од коте +5.6 m (РУО -2/14) до коте +115.47 m (РУО-5) где је регистрован самоизлив [2].

In the period from 26.9.2013. to 4.12.2014. surveys were carried out on PUO piezometers whose levels are shown in figure 2 [2]. The recorded levels of groundwater on the PUO piezometers within the body of the internal landfill range from the angle +5.6 m (PUO -2/14) to +115.47 m (PUO-5) where self-drainage is registered [2].



Слика / Figure 2, Нивограми на осматраним РУО пијезометрима на унутрашњем одлагалишту ПК Дрмно окација и пресек окна / Levels at observed PUO piezometers on internal landfill of PK Drmno

За регистроване нивограме на мереним пијезометрима у унутрашњем одлагалишту ПК Дрмно карактеристично је одсуство већих колебања. Скоро сви нивограми су хоризонтални у дужем временском периоду осматрања што указује на одсуство утицаја дренажних бунара лоцираних око унутрашњег одлагалишта и атмосферских падавина на колебање нивоа подземних вода у пијезометрима и на веома успорен процес водо-

Registered levels of measured piezometers in the internal landfill of PK Drmno are characterized by the absence of major fluctuations. Almost all of the levels are horizontal in the long period of observation, which indicates the absence of the influence of drainage wells located around the inner landfill and atmospheric precipitation on the fluctuation of the groundwater level in the piezometers and on the very slow process of water-intake and poor

замене и слабу водопропусност као последицу малих вредности коефицијента филтрације одложеног материјала [3].

За разлику од природне, непоремећене водоносне средине која окружује унутрашње одлагалиште ПК Дрмно где постоји слободно, гравитационо кретање подземних вода и где је радом дренажних бунара постигнут ниво подземне воде измерен у интервалу од коте +16 m до скоро коте +70 m у пијезометрима у унутрашњем одлагалишту су регистровани артески и субартески нивои што указује на кретање подземних вода вертикално навише као последица процеса консолидације [3].

С обзиром да одложени материјал карактерише велико присуство микропора, капиларне силе су доминантне у везивању воде за честице јаловине. Ради се о хигроскопном материјалу који лако упија влагу али је тешко отпушта. Како је садашња површина унутрашњег одлагалишта преко 8 km² може се закључити да су атмосферске падавине доминантан извор воде у одлагалишту [3]. Неизменичним смењивањем процеса одлагања нових количина јаловине, атмосферских падавина, инфилтрације и упијања воде од стране одложених маса повећава се количина воде у одлагалишту. У самом одлагалишту присутне су порне воде и порни притисци који битно утичу на стабилност одложених маса. Измерене вредности нивоа подземне воде у пијезометрима указују на величине порних притисака у оном делу одлагалишта где је постављен водопријемни део пијезометра. Са повећањем кота одложених маса на одлагалишту повећавају се порни притисци што се манифестује кроз више измерене вредности нивоа подземних вода у пијезометрима. Повишени порни притисци у једном трнутку могу да узрокују слом структуре одложеног материјала и да доведу до појава пукотина и клизишта. Дистрибуција порних притисака у унутрашњем одлагалишту је неравномерна и зависи од већег броја природних и вештачких фактора.

Због претходно наведеног неопходно је у подини и телу одлагалишта уградити дренажне објекте који би смањивали вредности порних притисака [1]. Треба нагласити да се одлагање јаловине мора вршити на сувој, припремљеној подлози при чему вода и муљ морају бити солидификовани или одстрањени из водосабирника и канала пре њиховог затрпавања јаловином. Било би неопходно водосабирнике и канале на угљу после чишћења од муља и пре затрпавања јаловином претворити у дренажне објекте уградњом геотекстила и одговарајућег гранулата. Повезивањем тако израђених дренажних објеката са новоизграђеним водоса-

watertightness as a result of the small values of the coefficient of filtration of the deposited material [3].

In contrast to the natural, undisturbed water-bearing environment that surrounds the internal landfill of PK Drmno, where there is a free, gravitational movement of groundwater, and where the level of groundwater reached by the work of drainage wells is measured from an angle of + 16m to an almost + 70m in the piezometers in the internal landfill artesian and sub- artesian levels were registered, which indicates the movement of underground waters vertically upward as a result of the consolidation process [3].

Since the deposited material is characterized by a large presence of micropores, the capillary forces are dominant in the binding of water to the tailings particles. It is a hygroscopic material that easily absorbs moisture but hardly releases it. Since the current surface of the internal landfill is over 8 km², it can be concluded that atmospheric precipitation is the dominant source of water in the landfill [3]. By alternating succession of process of disposing of new quantities of tailings, atmospheric precipitation, infiltration and water absorption by the deposited masses, the amount of water in the landfill increases. In the landfill there are pores of water and pores pressures that significantly affect the stability of deposited masses. Measured values of groundwater level in piezometers indicate the size of the pores pressure in the part of the landfill where the water-reception part of the piezometer is placed. With the increase in the angles of deposited masses in the landfill, the pores of the pressure increase, which is manifested through the more measured values of the groundwater level in piezometers. Increased pores pressure can in one moment cause a breakdown of the structure of the deposited material and lead to the appearance of cracks and landslides. Distribution of the pores pressure in the internal landfill is uneven and depends on a large number of natural and artificial factors.

Because of the above, it is necessary to install drainage facilities in the floor and the body of the landfill, which would reduce the values of pore pressures [1]. It should be emphasized that the laying of tailings must be done on a dry, prepared substrate, where the water and sludge must be solidified or removed from the water tank and the canal prior to their deposition by tailings. It would be necessary to convert water collectors and canals on coal after cleaning from sludge and before deposition of tailings into drainage facilities by installing geotextile and appropriate granulate. By connecting the so constructed drainage facilities with newly built

бирницима на нижим котама у копу добила би се хидрогеолошки јединствена дренажа подине одлагалишта. Због хидрогеолошке природе одложене јаловине ефекат уграђене дренаже у подини и телу одлагалишта биће ограничен само на место њихове уградње.

У подини унутрашњег одлагалишта ПК Дрмно налази се слој неоткопаног угља дебљине 0,5 m као хидрогеолошки изолатор. Колико год је то могуће треба реализовати селективно одлагање јаловине уз стални мониторинг и контролу истог, паралелно са вођењем евиденције о откопаним масама у фази откривања. Треба водити сталну евиденцију скидања јаловине и њеног депоновања и снимање геодетских ситуација хронолошки сваког месеца или у дужим интервалима. Неопходно је водити сталну евиденцију који материјал је откопан (песак, шљунак, лес) и где је депонован на унутрашњем одлагалишту.

Геотехничка истраживања унутрашњег одлагалишта ПК Дрмно вршена су у више етапа у различитим временским периодима. У табели 1 приказан је обим извршених истражних геолошких радова [3]. На узорцима узетим из бушотина које су биле означене као геомеханичке урађени су едометарски опит и гранулометријски састав.

Анализирани су и подаци који су добијени лабораторијским испитивањем откопаног материјала који се одлаже на спољашње одлагалиште.

water collectors at lower points in the excavation, hydrogeological unique drainage of the floor of the landfill would be obtained. Due to the hydrogeological nature of the deposited tailings, the effect of the built-in drainage in the floor and the body of the landfill will be limited only to the place of their installation.

In the floor of the internal landfill PK Drmno there is a layer of uncovered coal with a thickness of 0.5 m as a hydrogeological insulator. As far as possible, selective landfilling should be carried out with the continuous monitoring and control of it, in parallel with the keeping of records on the masses in the detection phase. It is necessary to keep a permanent record of removal of tailings and its deposit and recording geodetic situations chronologically every month or at longer intervals. It is necessary to keep a permanent record of the material being excavated (sand, gravel, wood) and where it is deposited on an internal landfill.

Geotechnical investigations of the internal landfill PK Drmno were carried out in several stages at different times. Table 1 shows the scope of exploration geological works carried out [3]. On samples taken from wells that were designated as geomechanical, edometric experiment and granulometric composition were performed.

The data obtained by laboratory testing of excavated material deposited on an external landfill were also analyzed.

Табела / Table 1

Година Year	Локација Location	Број ХГ/ГМ бушотина Number of HG/GM wells	ХГ/ГМ HG/GM (m)	Узорци / Samples				
				ПГ / RG		ХГ / HG	ГМ / GM	
				УГ UG	МИН MIN		Поремећен Disturbed	Непоремећен Undisturbed
2007	Унутрашње одлагалиште Internal landfill	6	328.8	/	/	20	40	12
2009		16	365.2	/	/	17	33	23
2013		9	602.3	/	/	41	77	16
2014		3	139.3	/	/	30	/	/

Тумач / Legend: УГ-угаљ / UG-coal, МИН-пратеће минералне сировине / MIN-accompanying mineral raw materials, ГМ-геомеханичке бушотине / GM-geomechanical wells, ХГ-хидрогеолошке бушотине / HG- hydrogeological wells

Статистичком обрадом резултата лабораторијских испитивања параметра чврстоће тла дефинисане су величине на нивоу 90% поузданости (17 опита):

- $\varphi = 19^\circ$
- $c = 3 \text{ kN/m}^2$
- $g = 19 \text{ kN/m}^3$

Statistical analysis of the results of the laboratory tests of the soil strength parameter defined the sizes at the level of 90% of the reliability (17 experiments):

- $\varphi = 19^\circ$
- $c = 3 \text{ kN/m}^2$
- $g = 19 \text{ kN/m}^3$

ЗАКЉУЧАК

На унутрашњем одлагалишту ПК Дрмно присутне су комплексне хидрогеолошке карактеристике одложене јаловине услед чега се као последица јављају геотехничке нестабилности које негативно утичу на цео процес експлоатације. Након сагледавања почетног стања, увидом у документациони материјал, као и обиласком унутрашњег одлагалишта, уочена су критична места у процесу одлагања откривке на површинском копу Дрмно. Критична места се манифестују на самом терену у виду потањања материјала на појединим етажама, пуцања радних платоа по којима се креће механизација, прекида процеса одлагања у нестабилним зонама.

За потребе сагледавања могућности коришћења вертикалних шљунчаних дренажа за хидротехничку стабилизацију одложене јаловине веома важан задатак је био анализирање геотехничке и хидрогеолошке ситуације. У том смислу, у више наврата, извршено је истражно бушење и обрада узорака како би се што боље дефинисао предметни простор. На основу расположивих података може се закључити да на северо западном делу унутрашњег одлагалишта, на првој најнижој етажи постоје повољни хидрогеолошки и геотехнички услови за примену вертикалних шљунчаних дренажа [4]. Како би се убрзао процес консолидације, претходно оптерећење често се комбинује са употребом вертикалних шљунчаних дренажа. Уградњом вертикалних шљунчаних дренажа порна вода се креће радијално према најближем дренажу те се тако значајно скраћује пут истицања [5]. Дренажањем се смањују порни притисци чиме тло долази у дренажно стање што повољно делује на стабилност.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игњатовић М., Миљковић М., Рударска хидротехника, Бор, 2004, 398 стр.
2. Чановић В., Чолаковић В. и др., Студија стабилизације унутрашњег одлагалишта простора ПК Дрмно у функцији сигурног одлагања откривке, Рударски институт, Београд, 2015, 194 стр.
3. Чановић В., Чолаковић В. и др., Технички рударски пројекат стабилизације унутрашњег одлагалишта простора ПК Дрмно у функцији сигурног одлагања откривке методом оптерећења са уградњом вертикалних дренажа од крупнозрног материјала (шљунка)-консолидација тла у плавној зони у циљу повећања степена стабилности нестабилног тла (зона

CONCLUSION

In the internal landfill PK Drmno, complex hydrogeological characteristics of deposited tailings are present, resulting in geotechnical instabilities which have a negative impact on the entire process of exploitation. After examining the initial state, insight into the documentation material, as well as visits to the internal landfill, critical points were detected in the process of disposing of the discovery on the surface mine Drmno. Critical sites are manifested on the ground in the form of material transfer on certain floors, cracking of working platforms under which machinery moves, interruption of the process of disposal in unstable zones.

For the purpose of considering the possibility of using vertical gravel drainages for hydrotechnical stabilization of deposited tailings, a very important task was to analyze the geotechnical and hydrogeological situation. In this sense, on several occasions, exploration drilling and sample processing were performed to better define the area in question. Based on the available data, it can be concluded that in the north western part of the internal landfill there are favorable hydrogeological and geotechnical conditions for the application of vertical gravel drainages on the first, lowest floor [4]. In order to speed up the consolidation process, the previous load is often combined with the use of vertical gravel drainages. By installing vertical gravel drainages, pores water moves radially towards the nearest drain, thus significantly reducing the drainage path [5]. Draining reduces the pores of the body, which causes the soil to enter into a drainage state, which is favorable for stability.

REFERENCES

1. Ignjatović M., Miljković M., Mining hydrotechnics, Bor, 2004, 398 p.
2. Čanović V., Čolaković V. et al., Study of the stabilization of the internal landfill of PK Drmno in the function of safe disposal of the excavation, Mining Institute, Belgrade, 2015, 194 p.
3. Čanović V., Čolaković V. et al., Technical mining project for the stabilization of the internal landfill site PK Drmno in the function of safe disposal of the excavation by pre-loading method with the installation of vertical drains from large-scale material (gravel) -soil consolidation in the blue zone in order to increase the stability of the unstable soil (the landfill zone of the first BTO system, Mining Institute, Belgrade, 2016, 167 p.

одлагалишног дела првог БТО система, Рударски институт, Београд, 2016, 167 стр.

4. Чановић В., Чолаковић В., Милошевић Д., Праштало Ж., Израда вертикалних шљунчаних дренажа у мембрани од цилиндрично тканог геотекстила у функцији стабилизације одложеног материјала на делу унутрашњег одлагалишта ПК Дрмно, Међународни симпозијум "Рударство и геологија данас", Београд, 18.-20. септембар 2017., стр. 197-203.
5. Alexiew D., Raithel M., Küster V., Detert O., 15 година искуства са геотекстилним шиповима као базним системом, Међународни симпозијум "Рударство и геологија данас", Београд, 18-20. септембар 2017., стр. 204-223.
4. Čanović V., Čolaković V., Milošević D., Praštalo Ž., Production of vertical gravel drains in a membrane made of cylindrical woven geotextile in the function of stabilization of deposited material on the part of the internal landfill PK Drmno, International symposium "Mining and geology today", Belgrade, 18.-20. September 2017, pp. 197-203.
5. Alexiew D., Raithel M., Küster V., Detert O., 15 years of experience with geotextile drains as a base system, International symposium "Mining and geology today", Belgrade, 18-20 September 2017, pp. 204-223.

ПОДВОДНА ТЕХНОЛОГИЈА ЗАПУЊАВАЊА НА ДЕПОНИЈИ ПЕПЕЛА СА ПЛУТАЈУЋИМ ИСТАКАЧКИМ СИСТЕМОМ

UNDERWATER TECHNOLOGY OF FILLING ON THE ASH LANDFILL WITH FLOATING DECANTING SYSTEM

DOI: 10.25075/BM.2017.07

Небојша Костовић¹
 Драган Тодоровић¹
 Веселин Анђелковић¹
 Илија Радовановић²
 Ненад Глишић²

¹Рударски институт Београд
²Привредно друштво Термоелектране
 Никола Тесла д.о.о. Обреновац
 pms@ribeograd.ac.rs

Nebojša Kostović¹
 Dragan Todorović¹
 Veselin Anđelković¹
 Ilija Radovanović²
 Nenad Glišić²

¹Mining Institute Ltd. Belgrade
²Company Thermal Power Plants
 Nikola Tesla Ltd Obrenovac.
 pms@ribeograd.ac.rs

Сажетак: На депонији пепела термоелектране „Никола Тесла Б“ акумулациони простор се запуњава директним истакањем густе хидромешавине пепела и шљаке са ободног насипа. Пепео се депонује уз насип, а формирано заштитно језеро у централном делу депоније испуњено је само водом и бива временом све дубље. Сада дубина у централном делу износи више од 10 m. Са намером да се запуњавање одвија равномерно, Рударски институт је по систему „кључ у руке“ пројектовао и испоручио плутајући истакачки систем који представља допуну постојећем истакачком систему и који ће омогућити равномерно запуњавање депоније, односно њено рационалније коришћење. У раду се даје опис овог система који је тренутно у фази монтаже.

Кључне речи: депонија пепела, истакање, понтонски цевовод

Abstract: On the ash landfill of thermal power plant “Nikola Tesla B”, storage space is filled by direct decanting of thick hydro-mixture of ashes and clinker from the perimeter fill. Ash is deposited near the fill, and a protective lake is formed in the central part of the landfill and it is filled only with water and with time it only becomes deeper. Now the depth of the central part is more than 10 m. With the intention that filling is performed evenly, Mining Institute used “turn-key system” to design and hand over the floating decanting system which represents an addition to the existing decanting system and which will enable even filling of the landfill, that is, its more rational usage. This paper gives the description of this system, which is currently at the installation phase.

Key words: ash landfill, decanting, pontoon piping

УВОД

На свим термоелектранама у Србији од почетка рада пепео и шљака се одлажу хидраулично у виду хидромешавине. Све до 2006. године примењивана је технологија отпепељивања

INTRODUCTION

Ever since they were put into operation, in all thermal power plants in Serbia ash and clinker have been deposited hydraulically as hydro-mixture. Until 2006, the deashing technology was applied

помоћу ејектора или такозваних “чајника” са унутрашњим транспортом до базена у багер станици базалтним каналима, а потом цевоводима помоћу багер пумпи до депонија пепела лагунског типа. Карактеристика ове технологије је коришћење енормне количине воде, а депоновање пепела се врши слободним таложењем у формираном таложном језеру.

Поменуте 2006. године термоелектране Костолац Б и Никола Тесла Б реконструишу системе третмана пепела и шљаке, уводе суво отпепељивање и смештај пепела у силосе. То омогућује формирање густе хидромешавине пепела и шљаке и њен транспорт до депоније пепела. Карактеристика ове технологије је коришћење значајно мање количине воде (40 пута мање), значајно смањење енергије за транспорт и значајно боље геомеханичке особине одложеног пепела и шљаке. У погледу депоновања, битна разлика је што се депоновање више не одвија слободним таложењем, већ пепео и шљака таложе у танким слојевима један преко другог. Ово за последицу има формирање пепела уз насип са којег се депоновање одвија, а језеро које стално расте са депонијом остаје незапуњено.

Ова појава је негативна са два аспекта:

- неравномерно попуњавање депонијског простора и бржи раст депоније;
- дубоко језеро има неповољнији утицај на процес дренажа у оквиру система одводњавања депоније.

Из тих разлога пројектован је систем који ће омогућити равномерније попуњавање језера површине око 100 ha у радној касети. Пројектовани систем је допуна постојећем систему и укључује се и искључује од стране руковода на депонији током рада постојећег система.

ОПИС ПРОЈЕКТОВАНОГ СИСТЕМА

Технологија запуњавања простора испод површине језера активне касете: Примењена технологија депоновања истакањем густе хидромешавине пепела и шљаке не омогућује запуњавање комплетне површине активне касете пошто је у средишту касете формирано језеро које заузима простор од 60% до 70% укупне површине касете и у којем не долази до значајнијег запуњавања са пепелом и шљаком. Језеро је намерно формирано са задатком да се максимално смањи изложеност површина депонованог материјала активне касете ветру који узрокује његово одношење и раздвајање на околно подручје. Како ће

via ejectors or the so-called “kettle” with internal transport to the pool in the dredge station through basalt canals, and then through pipelines with dredge pumps to the landfills of ash of lagoon type. This technology is characteristic for using enormous amounts of water, and stockpiling of ash is performed by free depositing in the formed deposit lake.

In the said 2006, thermal power plants Kostolac B and Nikola Tesla B reconstruct their systems of treatment of ash and clinker, they introduce dry deashing and storage of ash in storage bins. This enables the formation of thick hydro-mixture of ash and clinker, and its transportation to the ash landfill. The characteristic of this technology is the use of significantly smaller amount of water (40 times smaller), significant reduction of energy for transportation and significantly better geo-mechanical properties of the deposited ash and clinker. In terms of stockpiling, it is important to notice the difference that stockpiling is no longer done by free depositing, but rather the ash and clinker are deposited over one another in thin layers. This results in the formation of ash near the fill from which stockpiling is performed, and the lake which is continuously growing with the landfill remains non-filled.

This phenomenon is negative from two aspects:

- Uneven filling of landfill space and faster growth of the landfill;
- Deep lake has a more unfavorable impact on the process of drainage within the system of landfill dewatering.

For these reasons, a system was designed which would enable a more even filling of the lake which has the surface of 100 ha in the working cassette. The designed system is an addition to the existing system and it can be turned on and off by the operator on the landfill during the operation of the existing system.

DESCRIPTION OF THE DESIGNED SYSTEM

Technology of deashing of the space underneath the surface of the lake of active cassette: The applied technology of stockpiling by decanting of the thick hydro-mixture of ash and clinker does not enable the filling of the entire surface of the active cassette, since there is a lake in the middle of the cassette which takes up 60% to 70% of the total surface of the cassette where there is no significant filling with ash and clinker. The lake is intentionally formed in order to maximally decrease the exposure of the surfaces of the stockpiled material of the active cassette to wind,

језеро на активној касети егзистирати док год се она буде користила за одлагање пепела и шљаке, за запуњавање неискоришћеног простора испод површине језера предвиђа се посебна технологија.

Ова технологија узима у обзир немогућност значајнијег разливања материјала који се одлаже испод површине воде, односно карактеристике подводно депонованог материјала да формира значајније стрмије нагибе од места истакана испод површине језера ка центру касете. Обзиром да није могуће са једног места запуњавати простор под језером на већој површини, решење мора бити плутајући систем чија ће се истакачка места чешће премештати и доводити на потребно место за равномерно запуњавање простора испод површине.

Плутајући истакачки систем: Истакачки цевовод може да се прикључи на било који разводни цевовод око касете уместо једног од постојећих истакача. Састоји се од надземног дела цевовода постављеног по терену (плажи), флексибилне цеви која омогућује закретање пливајућег дела цевовода у односу на фиксни надземни део цевовода. Надземни и плутајући истакачки цевовод састављен је од HDPE цеви (полиетилен високе густине), транспорта и депоновања. Ове цеви имају велике температурне дилатације када кроз њих не протиче хидромешавина, али су за предвиђену намену погодне, јер дилатација неће сметати пловачком цевоводу пошто ће крај цевовода бити фиксиран затезним ужадима

Позиционирање истакача на језеру: Равномерно запуњавање депонијског простора испод површине језера суочава се са два основна проблема:

- Запуњени простор испод површине језера није видљив и
- Пловећи HDPE цевовод је савитљив, па услед одлагања хидромешавине или услед ветра може доћи до померања истакачког места током рада.

Простор који се запуњава није видљив па ће се депоновање одвијати по унапред припремљеном плану и уз редовну контролу дубине, односно достигнуте коте запуњености поред истакачког места. Када се простор испред истакача запуни до дубине од 1 m испод површине језера, истакачи се померају у следећи планирани положај.

Проблем савитљивости цевовода и померање истакачког места решава се тако што се крај истакачког цевовода везује помоћу плетених

which causes it to be carried away and scattered to the surrounding area. Since the lake will exist on the active cassette as long as it is used for disposal of ash and clinker, a special technology is intended for filling of the unused space underneath the surface of the lake.

This technology takes into consideration the impossibility of a more significant spillage of materials which is deposited underneath the water surface, that is, the characteristics of the material which is deposited under water to form significant steep slopes from the point of unloading underneath the surface towards the center of the cassette. Considering that it is not possible to fill in the space underneath the lake from one point on the largest surface, the solution must be the floating system, whose unloading points will be moved more frequently and lead to the special place for even filling of the space underneath the surface.

Floating filling system: Unloading pipeline can be connected to any distribution pipe around the cassette instead of one of the existing unloaders. It contains the overhead part of the pipeline which is placed around the terrain (beach), flexible pipe which enables turning of the floating part of the pipeline in relation to the fixed overhead part of the pipeline. The overhead and floating decanting pipeline is comprised of HDPE pipes (polyethylene of high thickness), transportation and stockpiling. These pipes have high temperature dilatations when there is no hydro-mixture in them, but they are suitable for the intended purpose because dilatation will not get in the way of the existing pipeline since the end of the pipeline will be fixed with guying ropes.

Positioning of the unloader in the lake: Even filling of the landfill space underneath the surface of the lake is faced with two basic problems:

- The filled space underneath the surface of the lake is no longer visible and
- The floating HDPE pipeline is flexible, so in case of disposal of the hydro-mixture or in case of wind, the unloading point can be moved during operation.

The space which is filled in is not visible, so stockpiling will be performed according to the previously prepared plan and with regular control of the depth, that is, the achieved level of filling near the unloading point. When the space in front of the unloader is filled in until the depth of 1 m underneath the surface of the lake, the unloaders are moved to the next planned position.

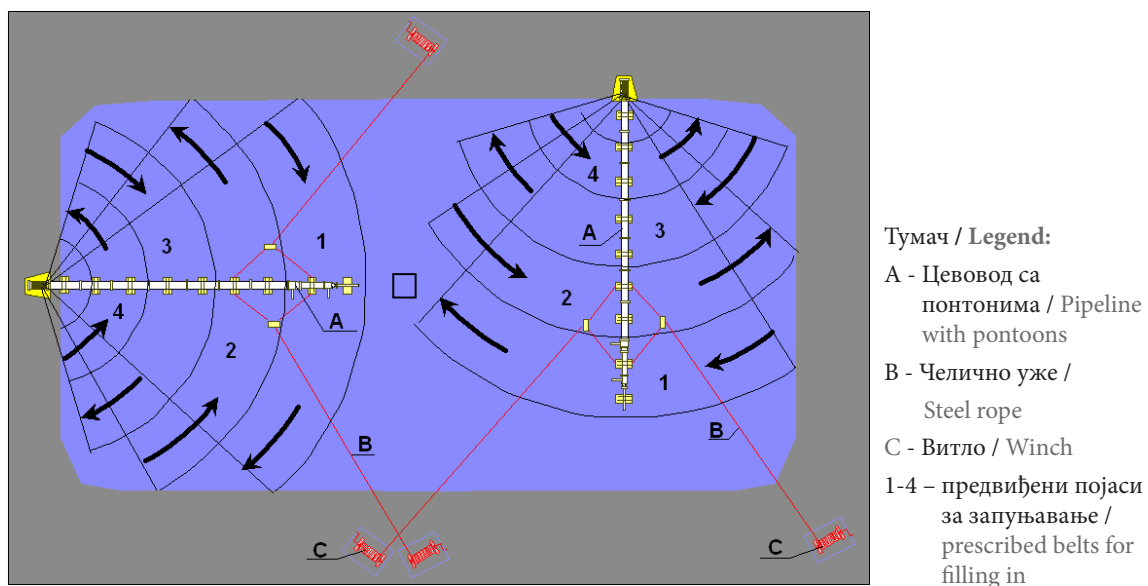
The problem of the flexibility of pipes and moving of the unloading point is solved by connecting the end of the unloading pipeline to fixed support

челичних ужади за фиксне ослободитеље. Фиксни ослободитељи су две бетонизоване платформе на којима су постављена витла за намотавање ужа са уграђеном сигурносном кочницом. Бетонски ослободитељи граде се на плажи поред језера позиционираним тако да се цеовод стално затеже према истакачким местима. На овај начин цеовод је фиксиран са три везне тачке, где је трећа везна тачка крај надземног цеовода. На слици 1 приказана је шема одлагања пепела и шљаке из плутајућег одлагачког система

На унутрашњем одлагалишту у периоду од 2008. до 2010. године вршена су осматрања нивоа подземних вода на десет пијезометара чији нивограми су приказани на слици 1 [2].

with plaited steel ropes. Fixed support are two concrete platforms on which there are two winches for wire-winding with a built-in safety brake. Concrete supports are built on the beach near the lake which is positioned in such a way so as to continuously tightens the pipes towards the unloading points. In this way, the pipeline is fixed with three connecting points, where the third connecting point is the end of the overhead pipeline. Figure 1 represents the scheme of disposal of ash and clinker from the floating disposal system.

At the internal landfill in the period from 2008 to 2010, the level of groundwater was measured on ten pedestals whose levels are shown in figure 1 [2].



Слика / Figure 1, Шема запуњавања простора са елементима плутајућег истакачког система / Scheme of filling in of space with elements of floating decanting system

ОПИС ПРОЈЕКТОВАНОГ СИСТЕМА

Понтонски ослободитељи: Понтонски ослободитељ формира се спајањем два понтона приказан на слици 2. Понтонови су урађени од UV – стабилизираних полиетиленских цеви испуњених стиропорским туљцима целом запремином. У понтонама се по пречнику на два места буше паралелни отвори. Кроз њих се убацују цеви од HDPE и заварују за омотач понтона. Кроз формиране вођице провлачи се поцинкована цев. Између понтона поставља се дистанцер, део HDPE цеви пречника одговарајуће дужине којом се одређује положај цеви између понтона. Понтонови и цеовод везани су помоћу ланца.

DESCRIPTION OF THE PROJECTED SYSTEM

Pontoon supports: Pontoon support is formed by connecting two pontoons shown in the figure 2. Pontoons are made of UV-stabilized polyethylene pipes filled with styropor flange adaptors in its entire volume. Parallel openings are drilled in the pontoons per diameter in to spots. HDPE pipes are placed through them and they are welded to the coating of the pontoon. Through the formed turning piece, a galvanized pipe is inserted. Between the pontoons an outstrip is placed, a part of the HDPE pipe with diameter of adequate length which determines the position of the pipes between the pontoons. Pontoons and pipeline are tied by a chain.



Слика / Figure 2, Цевовод на понтонским ослоњцима / Pipeline on the pontoon supports

Витло за намотавање челичне сајле: Конструисано витло је намењено за привлачење пловећег истакачког цевовода по површини воде на депонији пепела и шљаке ТЕНТ Б. За пловећи цевовод, са обе стране, закачено је вучно челично уже које преко воде и пепела долази на витло где се намотава или одмотава по потреби. Изглед витла приказан је на слици 3.

Winch for winding of the steel cable lock: The constructed winch is intended for moving the floating decanting pipeline over the surface of the water on the landfill of ash and clinker TENT B. A pooling steel rope is connected to the floating pipeline on both sides, which is attached to the winch through the water and ash where it winds and unwinds as needed. The appearance of the winch is shown in figure 3.



Слика / Figure 3, Приказ конструисаног витла / View of the constructed winch

Витло је металне конструкције са ручним погоним. Састоји се из: зупчастог редуктора, ручке за ручно обртање улазне осовине редуктора, спојнице, бубња за намотавање ужета, фиксног улежиштења осовине бубња, металне носеће конструкције урађене заваривањем UNP профила, стопе од лима за везивање на подлогу.

Winch is a metal construction with manual drive. It contains: CHC reductor, handle for manual turning of input mandrel of the reductor, coupling, drum for wire-winding, fixed dip of the drum mandrel, metal loadbearing construction made by welding of UNP profile, metal footing for connecting to the base.

Пловило за контролу, монтажу и демонтажу плутајућег система: За монтажу и демонтажу ценовода у води, интервенцију на понтонима, за контролу ценовода, транспорт цеви са понтонима, осматрање запуњености у језеру, замишљено је посебно пловило – катамаран, направљен од 2 понтона кружног облика, међусобно повезаних решеткастом челичном конструкцијом. Основа пловила је приказана на слици 4.

Vessel for control, assembly and disassembly of the floating system: For assembly and disassembly of the pipeline in the water, intervention on the pontoons, for control of the pipelines, transportation of pipes with pontoons, monitoring of filling in the lake, a separate vessel is intended - catamaran, made of 2 rectangular pontoons, mutually connected with a laced steel construction. The base of the vessel is shown in figure 4.



Слика / Figure 4, Сервисно пловило у припреми / service vessel in preparation

Део предвиђене и пројектом дефинисане опреме на депонији пепела и шљаке у термоелектрани ТЕНТ Б је приказан на слици 5.

A part of the prescribed equipment defined by this project at the landfill of ash and clinker in the thermal power plant Thermal power plant Nikola Tesla B is shown in figure 5.



Слика / Figure 5, Монтажа пројектно дефинисане опреме на депонији пепела / Assembly of the equipment defined by the project at the landfill of ash

ЗАКЉУЧАК

Сврха овог решења јесте разрада технологије запуњавања простора испод површине језера којом ће се запунити неискоришћени простор депоније, успорити динамика изградње насипа услед равномернијег запуњавања активне касете, а са аспекта стабилности смањити могућност продора воде у косине касете.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пројекат за извођење истакачког цевовода за подводно запуњавање на депонији пепела, Рударски институт д.о.о, Београд, 2018.
2. Радовановић И., Мађарац Д., Ефекти примене новог система транспорта и одлагања пепела и шљаке у ТЕ Никола Тесла Б, Обреновац, 2010.
3. Rewell R.J., Fourie A.B., Lord E.R., *Paste and Thickened Tailings – A Guide*, The University of Western Australia, Australian Centre for Geomechanics, Australia, 2002.
4. Robinsky E.I., *Thickened tailings disposal in the mining industry*, University of Toronto, Canada, 1999.

CONCLUSION

The purpose of this solution is to develop the technology for filling in of space underneath the surface of the lake, which will fill the unused space of the landfill, slow down the dynamics of the construction of the slope due to a more even filling of the active cassette, and also lower the possibility of water spillage into the slopes of the cassette from the aspect of stability.

BIBLIOGRAPHY

1. Project for construction of a decanting pipeline for underwater filling of the ash dump, Mining Institute Ltd, Belgrade, 2018.
2. Radovanović i., Mađarac D., The effects of the application of the new transport system and the disposal of ash and slag in the TE Nikola Tesla B, Obrenovac, 2010.
3. Rewell R.J., Fourie A.B., Lord E.R., *Paste and Thickened Tailings – A Guide*, The University of Western Australia, Australian Centre for Geomechanics, Australia, 2002.
4. Robinsky E.I., *Thickened tailings disposal in the mining industry*, University of Toronto, Canada, 1999.

РЕАЛИЗАЦИЈА АКТУЕЛНИХ ВЕРИФИКАЦИОНИХ ПЛАНСКИХ И ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА У ПРИВРЕДНОМ И ДРУШТВЕНОМ РАЗВОЈУ КОСТОЛЦА

REALIZATION OF CURRENT VERIFIED PLAN AND DESIGN SOLUTIONS IN THE ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT OF KOSTOLAC

DOI: 10.25075/BM.2017.08

Драган Милошевић
 Жељко Праштало
 Тања Хафнер-Љубеновић
 Рударски институт Београд
 dragan.milosevic@ribeograd.ac.rs

Dragan Milošević
 Željko Praštalo
 Tanja Hafner-Ljubenović
 Mining Institute Belgrade
 dragan.milosevic@ribeograd.ac.rs

Сажетак: Основу привредног развоја градске општине Костолац представља рударско - енергетски комплекс као један од битних носиоца привредног развоја не само Пожаревца као његовог административног центра већ и Браничевског округа. Географски положај, комукационе везе и непосредна близина Београда су само неке повољности ове области.

Привредни развој области захтева активности структурних чинилаца у реализацији усвојених дугорочних стратешких циљева актуелизацијом верификованих пројектних решења. На просторно планирање утиче низ елементарних параметара из области економије, информационих технологија, индустрије, грађевинарства, рудраства, екологије и осталих пратећих чинилаца. Садржај планских активности у процесу остваривања дугорочних интереса захтева усаглашеност предвиђених и реално остварљивих пројектних решења.

Израда пројектне документације прецизирана је законском регулативом а плански дефинисана привредним програмом предметне области. Анализа улазних параметара, стручна мишљења, стечена искуства моделована и имплементирана у верификованим пројектним решењима имају очекивани ефекат само у случају примене у планираном периоду. Неретко се дешава да се актуелни пројекти не реализују услед неусаглашености интересних групација. У том смислу неопходно је анимирати утицајне руководствене структуре на локалном нивоу како би се покренуле активности примене пројектних решења.

Кључне речи: пројектна решења, музеј рударства, ликовна колонија, образовни и спортско - рекреативни комплекс

Abstract: The basis of the economic development of the city municipality of Kostolac is the Mineral-Energy Complex as one of the important carriers of economic development not only of Požarevac as its administrative center, but also of the district of Braničevo. Geographical position, communication and immediate vicinity of Belgrade are just some of the advantages of this area.

Economic development of this area requires the activity of structural factors in the realization of the adopted long-term strategic goals with actualization of verified design solutions. Space planning is affected by a variety of elementary parameters from the field of economy, information technologies, industry, civil engineering, mining, ecology and other supporting elements. The content of planned activities in the process of achieving long-term interest requires the harmonization of envisaged and realistic design solutions.

Design of project documentation is precisely defined by legal regulations, and the plan is defined by the economic program of the field in question. The analysis of input parameters, expert opinions, acquired experience modeled and implemented in the verified design solutions have the expected effect only in case of the application in the planned period. It is not uncommon that the current project aren't realized due to discrepancies among interest groups. In this sense, it is necessary to animate the influential managerial structures at the local level in order to start the activities of implementation of design solutions.

Key words: design solutions, mining museum, complex, art colony, educational and sports and recreational complex

УВОД

Све већа потреба за енергијом условљава и повећање капацитета производних система у површинској експлоатацији. Резултат таквих захтева праћен је бржом и пространијом деградацијом области у краћим временским периодима. Намена и уређење простора утврђује се дугорочним просторним и урбанистичким концептима и то пре свега подразумева усклађивање насталих измена са усвојеним технолошким решењима.

У зонама утицаја великих система сагледавају се економски, социјални, техничко - технолошки и еколошки аспекти, а пројектна основа заснива се на резултатима истраживања и анализа по различитим тематским областима. Приликом планирања и уређења простора, пројектне активности имају обавезу примене закона, подзаконских аката и прописа из области рударства, енергетике, индустрије, пољопривреде, водопривреде, животне средине, заштите природе, заштите споменика културе и др.

Полазну основу за израду пројеката представља велики број улазних параметара. Њихова поузданост дефинише квалитет пројектних решења а условљена је анализом низа пратећих чинилаца и утицаја рударско - енергетско - производних процеса на околину. У циљу израде квалитетних пројектних решења захтева се развијен ниво информација, техника планирања, искуство као и висок степен координације пројектних тимова. Економија, информационе технологије, индустрија, грађевинарство, геологија, екологија и остале области, представљају квалитативну подлогу за избор оптималног пројектног решења. Примена најновијих научних достигнућа усклађених са постојећим степеном технолошког развоја и стеченим искуствима пројектних тимова доприноси изради дугорочних стратегија као смерница приведног развоја.

Области рударско - енергетских система условљене променама природних екосистема као последица експлоатационих процеса. Неуређеност и

INTRODUCTION

The increasing demand for energy conditions the increase of capacity of the production systems in the surface exploitation. The result of such requests is followed by a faster and wider degradation of areas in shorter time periods. Purpose and landscaping of space are determined by long-term spatial and urban concepts, which above all includes harmonization of resulting changes and adopted technological solutions.

In the zones of influence of large systems, economic, social, technical, technological and environmental aspects are considered, and the project basis is based on the results of research and analyzes in different thematic areas. During planning and landscaping of the space, project activities are obliged to implement laws, by-laws and regulations in the fields of mining, energy, industry, agriculture, water management, environment, nature protection, cultural monuments protection, etc.

A large number of input parameters make the starting basis for design of projects. Their reliability defines the quality of project solutions and it is determined by the analysis of a range of supporting factors and impact of mining-energy-production processes on the environment. In order to develop quality design solutions, a required level of information, planning techniques, experience and a high degree of coordination of project teams are required. Economy, information technologies, industry, civil engineering, geology, ecology and other fields represent the qualitative surface for the selection of the optimal design solution. The application of the latest scientific achievements harmonized with the existing level of technological development and the acquired experience of project teams contribute to the design of long-term strategies as the guidelines of economic development.

The fields of the mining and energy systems are conditioned by the changes of natural ecosystems as a result of exploitation processes. Disorder and

запуштеност предметних подручја често су резултат непрофесионалног односа стручних организационих структура производних система, пасивности локалних заједница, као и приоритетних активности наметнутих политичким интересима. То су само неки од узрока који на локалном нивоу спутавају примену верификованих пројектних решења у развоју регионалних области.

Престанак радова на експлоатацији, заостали рударски радови и затварање рудника са елементарним последицама деградације подручја препуштених утицајима деловања природних процеса представљају веома чест случај у нашој рударској пракси. Један од примера представља и рудник Кленовник, на коме је још 2008. године престала експлоатација угља.

У циљу привредног развоја а сагледавајући околности тренутних дешавања у Костолачком басену, која су праћена честим кадровским променама, очигледна је потреба да се субјектима који на локалном нивоу одлучују о хронологији активности прикажу, у оквиру стручних и верификованих пројектних докумената, анализира не могућности развоја са пратећим ефектима. Тиме би се подстакла реализација свих оних пројеката који се односе на уређење нарушених простора а у складу са измењеним природним условима, захтевима унапређења и очувања квалитета животне средине и сигурности у виду смањења ризика и штета. Треба истаћи да се пројектна решења за ПК „Кленовник“ односе на стање радова након престанка експлоатације угља, са предвиђеном концепцијом и усвојеним решењима и да се као таква требају сматрати обавезујућа када се ради о њиховој примени.

ПЛАНСКА И ПРОЈЕКТНА РЕШЕЊА УРЕЂЕЊА НАРУШЕНИХ ПРОСТОРА КОСТОЛАЧКОГ УГЉЕНОГ БАСЕНА

Основу привредног развоја подручја Пожареваца представља термоенергетски комплекс са представништвом у Костолцу. Осим индустријског потенцијала ово подручје располаже и са значајним културним и туристичким садржајима. Један од најзначајнијих локалитета на домаку површинског копа „Дрмно“ је археолошко налазиште Виминацијум, које је категорисано као непокретно културно добро од изузетног значаја за Републику Србију, са предлогом за упис у прелиминарну листу светске културне и природне баштине UNESCO.

Полазну основу у смислу уређења животног окружења представља „Просторни план подручја

neglect of the areas in question are often the result of the unprofessional relationship between professional organizational structures of production systems, the passivity of local communities, and the priority activities imposed by political interests. These are just some of the causes that disturb the implementation of verified design solutions in the development of regional areas.

Termination of exploitation works, late mining works and mine closing with elementary consequences of the degradation of areas adrift to the effects of natural processes are a very common case in our mining practice. One of the examples is the mine Klenovnik, where the exploitation of coal stopped back in 2008.

For the purposes of economic development and by considering the circumstances of current affairs in the Kostolac basin, which are followed by frequent personnel changes, it is evident that the entities that decide about the chronology of activities at the local level should be presented with the analyzed possibilities of development with accompanying effects with the framework of professional and verified project documentation. This would encourage the realization of all those projects that refer to the landscaping of disturbed areas, in accordance with the changes natural conditions, requirements of improvement and preservation of the quality of the environment and safety in the form of risk and damage reduction. It should be pointed out that design solutions for PK “Klenovnik” refer to the state of works after the termination of coal exploitation, with the default conception and adopted solutions, and as such they should be considered as binding when it comes to their application.

PLAN AND DESIGN SOLUTIONS FOR LANDSCAPING OF DISTURBED AREAS OF THE COAL BASIN OF KOSTOLAC

The basis of the economic development of the area of Požarevac is the thermoenergetic complex with headquarters in Kostolac. In addition to industrial potential, this area also disposes with significant cultural and tourist contents. One of the most important sites near the open-pit mining “Drmno” is the archeological site Viminacium, which is categorized as immobile cultural property of great importance for the Republic of Serbia, with a proposal for enrollment in the preliminary list of the world’s cultural and natural heritage UNESCO.

The starting point in terms of landscaping of the environment is “Spatial plan of the special purpose

посебне намене”, односно Костолачког угљеног басена. Намена простора површинског копа „Кленовник” након завршетка експлоатације угља усаглашена је са просторним и урбанистичким планом.

На простору нарушених површина актуелном пројектном документацијом, дефинисани су садржаји уређења предметног простора са основним циљем усмереним ка туристичкој оријентацији. То се пре свега односи на лоцирање нових рекреативних, изложбених, уметничких и смештајних садржаја. Уређење постексплоатационих предела предвиђа пошумљавање и формирање заштитних појасева, на оним површинама које нису погодне за привођење пољопривредним културама [4]. Између осталог, потребно је подсетити се да завршетак експлоатације на површинском копу „Кленовник” обавезује Огранак ТЕ-КО „Костолац” да реализује пројектна решења по постојећој пројектној документацији у законским оквирима.

Уређење простора површинског копа „Кленовник” предвиђа да се у северном делу површинског копа изгради уметничка колонија. Западни део планиран је за изградњу музеја рударства и едукативно - смештајног комплекса. Централни део површинског копа предвиђа изградњу спортско - рекреативног комплекса. Унутрашње одлагалиште намењено је билошкој рекултивацији и повратку земљишта првобитној намени.

Музеј рударства, као изложбени простор са приказом развоја рударства, кроз ретроспективу рударења од почетка до данашњих дана је само један од постојећих пројеката, који је потребно реализовати у циљу искоришћености расположивих капацитета. У истом би се излагали сви предмети и рударске машине, које приказују период рударења на просторима Костолачких рудника. Неопходно је напоменути да се део опреме налази на предметном локалитету чак је и делимично рестауриран, што значи да је потребно наставити са планираним активностима према садржају пројектне документације. У том контексту у годишњим плановима неопходно је предвидети капацитете за континуирано извођење радова по предметним пројектима. Постављање соларних панела на челичној подконструкцији, који би били надстрешница а уједно и заштита од сунца за паркирана возила је једно од решења. Цео комплекс је опасан противпожарним путем. Уз новопланирану пругу, актуелном пројектном документацијом је предвиђено да површина између паркинга и трга испред Музеја рударства остане затравњена. Као

area”, that is, the coal basin of Kostolac. The purpose of the area of open-pit mine “Klenovnik” after the termination of coal exploitation is harmonized with spatial and urban plan.

On the area of the disturbed surfaces with the current project documentation, the contents of landscaping of the area in question are defined with the main goal focused towards the tourist orientation. This above all refers to locating new contents for recreation, displays, art and accommodation. Landscaping of post-exploitation areas includes afforestation and formation of protective belts, on those surfaces which are not suitable for agricultural crops [4]. Among other things, it is necessary to remember that termination of exploitation at the open-pit mine “Klenovnik” obliges the Branch of TE-KO “Kostolac” to realize design solutions according to the existing project documentation within the legal framework.

Landscaping of the area of open-pit mine “Klenovnik” envisages the construction of an artistic colony in the northern part of the open-pit mine. West part was intended for construction of the mining museum and educational-accommodation complex. The central part of the open mine envisages the construction of sports and recreational complex. Internal landfill is intended for biological reclamation and return of land to its original purpose.

Mining museum, as a show-room displaying the development of mining through retrospect of mining from its beginning to modern days, is only one of the existing projects, which needs to be realized in order to use the available capacities. It would also display all mining items and machines, which represent the period of mining on the territory of the mines of Kostolac. It is necessary to mention that a part of the equipment is located at the site in question, and that it is partially restaured, which means that it is necessary to continue with planned activities according to the content of project documentation. In this context, it is necessary to predict the capacities for continuous execution of works in the annual plans according to the projects in question. Placement of solar panels on the steel sub construction, which would represent a canopy and at the same time roof protection from the sun for the parked vehicles, is one of the solutions. The entire complex is circumscribed with escape roads. Along the newly planned railway, the current project documentation envisages that the surface between the parking and the square in front of the Mining Museum should remain covered in grass. The Square in front of the museum is intended as the central open space, which rep-

централни отворени простор предвиђен је Трг испред објекта музеја, који представља место са којег се започиње посета целом локалитету, што је уједно и место сусрета и окупљања. На самом Тргу предвиђа се степенаста фонтана са бистом Ђорђа Вајферта. Уз Трг је дизајниран Отворени амфитеатар са могућношћу наткривања монтажно-демонтажном надстрешницом. На Тргу се налази и Геолошки стуб, као и Инфо панел са детаљним објашњењима простора.

Простор између *Музејског* и *Едукативно - смештајног комплекса*, организован је као озелењена површина, коју пресеца пруга, предвиђена за обнављање некадашњег транспортног колосека у новој функцији, односно за превоз туриста од пристаништа на Дунаву и археолошког налазишта - Виминацијума до *Музеја рударства* - Костолац. Озелењени простор би био формиран као травњак а пројектом су предвиђене и пешачке комуникације, а оне које би се током времена појавиле као алтернативни правци, такође би могле да се уклопе у првобитан концепт пројекта.

Смештајно-едукативни комплекс представља велики потенцијал за едукацију омладине и то управо на месту где се већ деценијама врши експлоатација руде. Поред увида у историјски развој и изложених машина у оквиру *Музеја рударства* и музејске поставке на отвореном, ђаци који би били смештени у оквиру *Смештајно - едуктивног центра*, имали би на располагању учионице и лабораторије. Велике зелене површине у оквиру самог *Едукативно - смештајног комплекса*, фискултурна сала и игралишта за децу, као и *Спортско - рекреативни центар*, који се надовезује на локацију *Едукативно - смештајног комплекса*, представљају садржаје за спортске, односно рекреационе активности посетилаца. [4]

Изградњом оваквих комплекса, подржава се идеја децентрализације и растеређивања главних градских центара од садржаја, који по својој теми и везаности за одређени простор, могу бити од далеко веће користи, са квалитетнијим садржајима, простоно и функционално боље организовани.

ОЧЕКИВАНИ ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ ПРОЈЕКТНИХ РЕШЕЊА У КОСТОЛАЧКОМ УГЉЕНОМ БАСЕНУ

Приликом израде овог рада коришћене су основе планских докумената и актуелног пројекта, који се заснивају на уређењу свих простора предметног индустријско - енергетског комплекса, на којима је након обуставе радова и деградације терена потребно извршити санацију односно премену некоришћених и напуштених простора.

represents the place from where the visit to the entire site commences and at the same time represents the place of meeting and gathering. A staircase fountain with a bust of Georg Weifert is intended to be placed on the Square itself. Along with the Square, an open amphitheater was designed with the possibility of covering the assembly and dismantling canopy. There is also a Geological pillar on the square, as well as Info panel with detailed explanation of space.

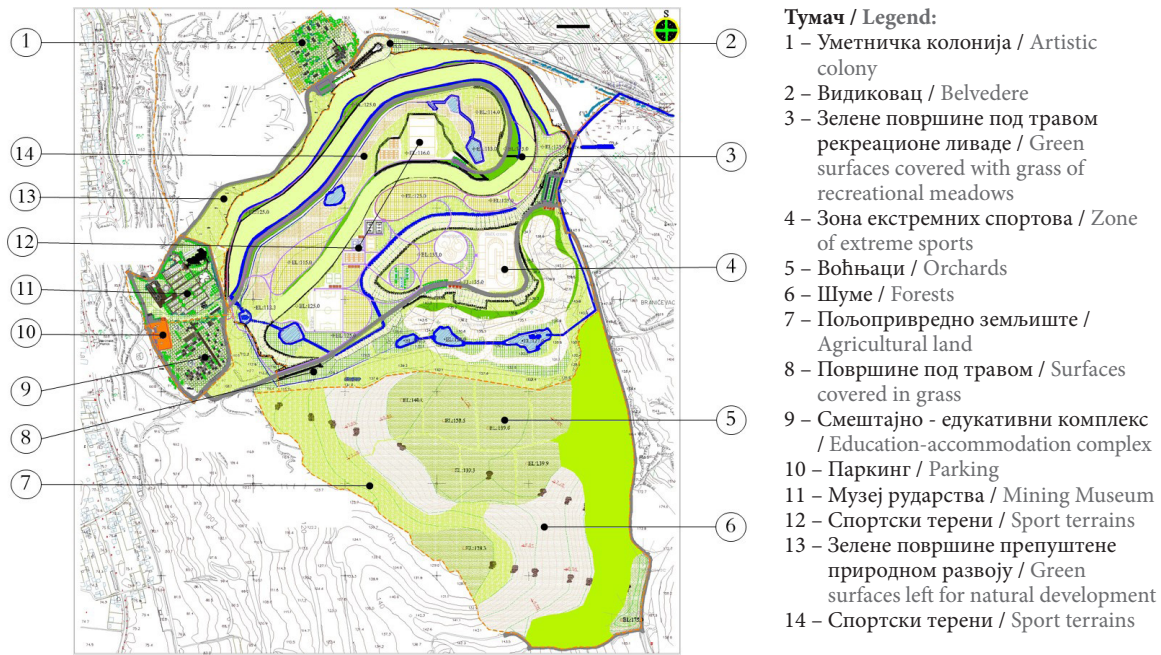
The space between the *Museum* and *Educational-accommodation complex* is organized as a landscaping surface, which is interrupted with a railway, intended for reclamation of a former transportation track in the new function, i.e. For the transportation of tourists from the dock on the Danube and archaeological site - Viminatum to the *Mining Museum* - Kostolac. The landscaping space would be formed as a grassland, and the project also envisages pedestrian roads, and those roads which would appear over time as alternative directions could also be implemented into the original concept of the project.

Education-accommodation complex is a giant potential for the education of young people in the very place where exploitation of ore has been carried out for decades. In addition to the insight into the historic development and displayed machines within the *Mining Museum* and mining layout in the open, the students who would be accommodated within the *Educational-accommodation center* could be able to use classrooms and laboratories. Big green surfaces within the *Education-accommodation complex*, such as gym hall and playgrounds for children, as well as *Sports and recreational center*, which continues on the location of the *Education-accommodation complex*, are contents for sports, i.e. recreational activities of the visitors. [4]

Construction of these complexes supports the idea of decentralization and relieving the main city centers from contents, which, according to their theme and connection to a certain space, may be far more useful, have more quality contents and have better spatial and functional organization.

EXPECTED EFFECTS OF APPLICATION OF DESIGN SOLUTIONS IN THE COAL BASIN OF KOSTOLAC

In writing this paper, the basics of planning documents and the current project were used, which are based on landscaping of all areas of the industrial - energy complex in question, where after the suspension of the work and the degradation of the terrain it is necessary to perform remedial measures or replace unused and abandoned spaces.



Слика / Figure 1, Пројектовани садржаји на простору ПК „Кленовник“
(Идејна креација Јасминак и Владимир Цвејић) / Designed contents on the area
of PK “Klenovnik” (Conceptual creation Jasminak and Vladimir Cvejić) [4]

Предвиђена пројектна решења конципирана су у циљу уређења и спречавања даље деградације захваћених простора површинском експлоатацијом на простору Костолачког угљеног басена. Уређење простора само по себи представља једну од мера очувања животне средине која треба да усклади све оне факторе који доминирају у предметној области.

Археолошко налазиште Виминацијум, Манастир Рукумија, уметничка галерија Милена Павловић - Барили су део туристичке и културолошке понуде овог округа. У том смислу неопходно је напоменути да је у току претходне године археолошко налазиште Виминацијум обишло око 300.000 посетилаца. Сагледавајући економске ефекте туризма, неопходно је створити предуслове за његов развој уз детаљно израђене регионалне планове.

У том контексту постојећи туристички потенцијал на подручју Костолца могуће је употпунити уз описане пројектоване садржаје, што би била добра основа за нова инвестициона улагања, отварање нових радних места, самим тим повећање привредног развоја области. Убрзан економски развој подручја утицао би на смањење миграција и повећање квалитета живота становништва.

Туризам може бити значајан и са аспекта директних страних улагања у свим оним подручјима

The intended design solutions are designed for the purposes of landscaping and prevention of further degradation of the affected areas by surface exploitation in the area of coal basin Kostolac. Landscaping itself is one of the measures of preservation of the environment, which needs to harmonize all the factors that dominate in the field in question.

Archaeological site Viminatium, monastery Rukumija, art gallery Milena Pavlović - Barili are all part of the tourist cultural offer of this region. In this sense, it is necessary to mention that during the past year, the archaeological site Viminatium was visited by approximately 300.000 visitors. Taking into account the economic effects of tourism, it is necessary to create preconditions for its development with detailed regional plans.

In this context the existing tourist potential in the region of Kostolac can be completed with described design solutions, which would be a good basis for new investments, opening of new job positions, and thus the increase of economic development of this area. Faster economic development of this area would affect the reduction of migration and increase the quality of life of the population.

Tourism can also be significant from the point of view of direct foreign investments in all those areas that have potential, applicable and attractive spatial plan, and harmonized current

која имају потенцијал, применљив и атрактиван просторни план, усаглашену актуелну пројектну документацију. Уз сарадњу локалне самоуправе, применом једноставних процедуралних поступака треба омогућити реализацију наведених чинилаца у интересу шире друштвене заједнице. Изградња Музеја рударства, Едукативно смештајног комплекса, Ликовне колоније, Спортско - рекреативног комплекса може да представља веома атрактиван "business plan".

Изградњом описаних садржаја, подржава се идеја децентрализације и растеређивања већих градских центара. Паралелно са изградњом предвиђених инфраструктурних објеката, уређењем нарушених површина употпунила би се туристичка понуда, која би са културолошким садржајима представљала јединствену целину подручја Костолца. Ту се пре свега мисли на уређење приобалног појаса Дунава, изградња пристаништа и марина у зони Костолца, као и уређење постојећег спортског аеродрома на средњем костолачком острву.

Описана пројектна решења наведеног садржаја која још нису реализована, употпунила би туристичку понуду овог региона и тек након тога би се увидео значај и ефекти њихове примене као и утицај на побољшан квалитет живота на овим просторима.

Суштина свега наведеног треба да подстакне савест свих оних друштвено утицајних чинилаца да оријентацију привредног развоја чине стручна мишљења а никако идеје интересних групација. Сходно законској регулативи, привредном плану, расположивим капацитетима, стеченим искуствима, стручним и усаглашеним мишљењима, верификованим пројектним решењима реализованим у форми пројеката неопходно је покренути активности у циљу уређења поменутог простора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вујић С., Ковачевић С., Макар М., и др., *Селективно откопавање и одлагање откритке у функцији рекултивације површинских копова угља, Електропривреда Србије, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Академија инжењерских наука СЦГ, Београд, 2006, 232 стр.*
2. Вујић С., Цвејић Ј., и др., *Пројектовање рекултивације и уређења предела површинских копова, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Академија инжењерских наука Србије, Београд, 2009, 365 стр.*

project documentation. With the cooperation of the local self-government, simple procedural processes should enable the realization of these factors which is in the interest of the wider community. Construction of the Mining Museum, Education-accommodation complex, Artistic colony, Sports and recreational complex can represent a very attractive "business plan".

The construction of the described contents supports the idea of decentralization and relief of major city centers. Parallel to the construction of the envisaged infrastructure facilities, landscaping of the affected surfaces would complete the tourist offer, which would represent a unique offer of the Kostolac region together with cultural contents. First of all, this refers to the landscaping of the coastal belt of the Danube, the construction of a dock and marina in the Kostolac zone, as well as landscaping of an existing sports airport on the central island of Kostolac.

The described design solutions of the mentioned content which still haven't been realized, would complete the tourist offer of this region, and only after that the significance and effects of their implementation, as well as the impact on the improved quality of life in this region would be seen.

The essence of all of the above should encourage the conscience of all those socially influential factors that the orientation of economic development consists of expert opinions, and not the ideas of interest groups. In accordance with legal regulations, business plan, available capacities, acquired experience, expert and harmonized opinions, verified project solutions realized in the form of projects, it is necessary to start activities for the purposes of landscaping the mentioned area.

REFERENCES

1. Vujić S., Kovačević S., Makar M., et al., *Selective digging and disposal of discoveries in the function of recultivation of coal mines, Electrical industry Serbia, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Academy of Engineering Sciences SCG, Belgrade, 2006, 232 p.*
2. Vujić S., Cvejić J., et al., *Projection of the recultivation and arrangement of surface mines, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Academy of Engineering Sciences of Serbia, Belgrade, 2009, 365 p.*

3. Просторни план подручја посебне намене Костолачког угљеног басена: Институт за архитектуру и урбанизам, Београд, Службени гласник», бр. 1, 4. јануар 2013.
4. Студија оправданости изградње са идејним пројектима Музеја рударства Костолац у Костоцу, Рударски институт Београд, 2012, руководиоц Д. Дражевић.
5. Главни рударски пројекат трајне обуставе радова на ПК „Кленовник“ – Костолац. Књига VI, Технички пројекат рекултивације и уређења предела, Рударски институт Београд, 2012, руководиоц Д. Дражевић.
6. Милошевић М. Д., Праштало Ж., Макар Н., Концепт усклађивања индустријске области са културолошким знаменитостима, Зборник радова, XV научно стручни скуп, Одржавање машина и опреме, Будва, 2015.
3. Spatial plan for the specific purpose of the Kostolac coal basin: Institute for Architecture and Urbanism, Belgrade, Official Gazette, No. 1, January 4, 2013
4. Feasibility Study of Construction with Design Projects of the Kostolac Mining Museum in Kostolac, Mining Institute Belgrade, 2012, Manager D. Dražević.
5. The main mining project of permanent suspension of works on PK “Klenovnik” - Kostolac. Book VI, Technical project for recultivation and landscaping, Mining Institute Belgrade, 2012, manager D. Dražević.
6. Milošević M. D., Praštalo Ž., Makar N., Concept of harmonization of the industrial area with cultural sights, Proceedings, XV scientific expert assembly, Maintenance of machines and equipment, Budva, 2015.

ПРИМЕНА СТОХАСТИЧКИХ МЕТОДА ПРОРАЧУНА СТАБИЛНОСТИ КОСИНА У ЧВРСТИМ СТЕНСКИМ МАСАМА

APPLICATION OF STOCHASTIC METHODS FOR CALCULATION OF SLOPES STABILITY IN A SOLID ROCK

DOI: 10.25075/BM.2017.09

Стеван Ђорлука
 Тања Хафнер Љубеновић
 Славица Јанковић
 Жељко Прашталo

Рударски институт Београд
 stevan.corluka@ribeograd.ac.rs

Stevan Ćorluka
 Tanja Hafner Ljubenović
 Slavica Janković
 Željko Praštalo

Mining Institute Belgrade
 stevan.corluka@ribeograd.ac.rs

Сажетак: Код прорачуна стабилности (независно од методологије која се користи), постоје два приступа: детерминистички и стохастички. Први предуслов за било какве прорачуне је да постоји довољно података који се могу статистички обрадити – да задовоље Студент расподелу. Код детерминистичких метода главна величина са која фигурише у прорачунима је средња вредност, док су код стохастичких прорачуна сви резултати добијени лабораторијским или теренским испитивањима равноправно су заступљени. Захваљујући томе у прорачуне је уведена и нехомогеност масива. У раду је изложена методологија стохастичког прорачуна, и на једном примеру приказана упоредна анализа резултата стохастичког и детерминистичког прорачуна.

Кључне речи: стохастика, прорачун стабилности, раван лом

Abstract: When using the calculation of stability (regardless of the methodology that is being used), there are two approaches: deterministic and stochastic. The first prerequisite for any calculations is that there are enough data that can be processed statistically - to satisfy the Student classification. When using the deterministic method, the main value to be taken into account in the calculations is the mean value, whereas when using stochastic calculations, all the results obtained by laboratory or field examinations are equally represented. Thanks to this, non-homogeneity of the massif has been introduced to the calculations. This paper presents the methodology of stochastic calculations, and shows one example of comparative analysis of the results of stochastic and deterministic calculations

Key words: stochastic, calculation of stability, plane failure

УВОД

Први предуслов за безбедно обављање експлоатације на површинским коповима је да не долази до зарушавања завршних или радних косина копа. Да би се ово обезбедило потребно је извршити детаљна теренска и лабораторијска геомеханичка испитивања, и на основу добијених података урадити коректне прорачуне стабил-

INTRODUCTION

The first prerequisite for safe performance of exploitation at the open-pit mining is that there is no caving in of the final or working slope of the pit. In order to achieve this, it is necessary to perform detailed field and laboratory soil mechanic examinations, and on the basis of the obtained data, complete the corrective calculations of sta-

ности и на тај начин извршити димензионисање косина.

Прорачуне стабилности (независно од примењене методологије) могуће је урадити на два начина: детерминистички и стохастички.

У овоме раду су приказана оба приступа као и упоредна анализа добијених резултата.

МОДЕЛИ И СИМУЛАЦИЈА

Модели могу бити стохастички и детерминистички. Код детерминистичких модела свака варијабла и параметар имају тачно одређене вредности за претпостављене услове. За разлику од детерминистичких модела код стохастичких је укључен и утицај нехомогености улазних параметара.

Симулација је начин коришћења модела, а сви резултати добијени симулацијом требало би да се, уколико је то могуће, потврде експериментално.

Циљ свих геомеханичких прорачуна стабилности је да се што прецизније дефинишу услови стабилности постојеће или новопроектване косине. Репрезентативност улазних рачунских параметара, поред избора методологије прорачуна, највише утиче на тачност добијеног решења.

Класични начини прорачуна стабилности базирани су се на претпоставци да је средина за коју се рачуна хомогена, пошто су рачунски параметри који се користе у прорачуну средње вредности. На основу резултата извршеног прорачуна (фактор сигурности) процењују се услови стабилности (да ли је и колико косина стабилна). Овакав податак не показује колико промена неког од параметара утиче на добијено решење.

Коришћење симулације у прорачунима стабилности довело је до квалитативног скока код презентације резултата, а који је последица увођења нехомогености материјала у прорачуне.

Код прорачуна стабилности косина јавља се читав низ улазних параметара које је врло тешко дефинисати. Нехомогеност средине за коју се обављају прорачуни обично доводи до знатног расипања резултата лабораторијских или "in situ" испитивања. Повећање обима испитивања доводи до веће поузданости добијених резултата, али ма колико се повећао обим испитивања одређено расипање резултата мора да постоји. Интензитет расипања резултата показује колико је средина нехомогена.

bility and thus perform the dimensioning of the slopes.

Calculations of stability (regardless of the applied methodology) can be performed in two ways: deterministic and stochastic.

This paper shows both approaches, as well as the comparative analysis of the obtained results.

MODELS AND SIMULATION

Models can be stochastic and deterministic. When using deterministic models, each variable and parameter have exactly defined values for the default conditions. Unlike deterministic models, stochastic model also includes the impact of non-homogeneity of input parameters.

Simulation is a way of using the models, and, if possible, all the results obtained by simulation should be confirmed experimentally.

The aim of all soil mechanic calculations of stability is to define the conditions of stability of the existing or newly designed slope as precisely as possible. Key input calculation parameters, in addition to the chosen methodology for calculation, have the biggest impact on the accuracy of the obtained results.

The classic ways of calculation of stability were based on the assumption that the environment for which calculations are being made is homogeneous, since calculation parameters that used in the calculations are mean values. Based on the results of the completed calculation (safety factor), the conditions of stability are assessed (whether the slope is stable and how much). This information does not show how much of an impact a modification of one of the parameters has on the obtained results.

Use of simulation in calculations of stability has led to a qualitative increase in the presentation of results, as a result of introducing the non-homogeneity of materials into calculations.

When calculation the stability of slopes, there is a whole set of input parameters that are very hard to define. Non-homogeneity of environment for which the calculations are performed usually leads to significant divergence of results of laboratory or "in situ" examinations. Increasing the scope of examination leads to a greater reliability of the obtained results, but no matter how much the scope of examination is increased, there will always be some divergence of results. The intensity of divergence of results shows how much the environment is non-homogeneous.

Као први корак код стохастичког начина решавања проблема је избор параметара које ће у прорачуну бити стохастичке величине. Када су ови параметри дефинисани приступа се статистичкој обради резултата лабораторијских испитивања или теренских мерења.

За потребе стохастичког начина прорачунавања неопходно је дефинисати тип расподеле по којој се понаша свака од променљивих. У геомеханици се, углавном, претпоставља да се геомеханички подаци понашају по законима нормалне или лог-нормалне расподеле.

Након што су дефинисани закони расподеле сваког појединог параметара, приступа се генерисању случајних вредности неком од постојећих методологија, на пример методом Monte Carlo. Она се састоји у томе да се на основу извршене статистичке обраде дефинише расподела и изради кумулативна крива параметра који варира. Након тога се генерише стотину или више случајних бројева (који одговарају дефинисаној расподели) и за сваки одреди пресечна тачка на кумулативној кривој. Спуштањем вертикала из ових тачака добијају се вредности које ће се користити у прорачунима. Популација генерисаних вредности, уколико је методологија спроведена исправно, мора одговарати популацији улазних параметара (средње вредности и стандардне девијације морају да буду приближно исте).

У овом раду генерисање случајних бројева извршено је помоћу рачунара (функција RND()), а превођење тих бројева на нормалну расподелу варираног параметра Бох-Мулер-овом методом:

$$X = X_r + \sigma \cdot \sqrt{-2 \cdot \log(RND)} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot RND) \quad (1)$$

при чему:

X - случајно генерисана величина која одговара расподели популације лабораторијских резултата

X_{sr} - средња вредност популације лабораторијских резултата

σ - стандардна девијација популације лабораторијских резултата

Генерисање случајних бројева може се извести и на следећи начин: изабере се један четворцифрен број па се он коренује. Четири средње цифре добијене вредности су први случајни број који се коренује а четири средње цифре овога броја представљају следећи случајни број.

The first step in the stochastic methods of solving problems is the selection of parameters which will be stochastic values in the calculation. Once these parameters are defined, statistical evaluation of the results of laboratory examinations or field measurements can start.

For the purposes of the stochastic method of calculation, it is necessary to define the type of classification for each of the variables. In soil mechanics it is generally assumed that soil mechanics data are susceptible to the laws of normal or log-normal classification.

Once the laws of classification for each of the parameters are defined, the random values can be generated by some of the existing methodologies, such as the method of Monte Carlo. It consists in defining the classification and creating the cumulative curve of the parameter that varies, based on the completed statistical processing. After that, hundreds or more random numbers are generated (corresponding to the defined classification) and for each of them an average point on the cumulative curve is determined. By drawing vertical lines from these points, the values that are to be used in the calculations are obtained. Population of the generated values, if the methodology was correctly implemented, must correspond to the population of the input parameters (mean values and standard deviations must be approximately the same).

In this paper, random numbers are generated via computer (operation RND()), and translation of these numbers to a normal classification of the varied parameter was performed with Box-Muller method:

where:

X - is a randomly generated value which corresponds to the classification of population of laboratory results

X_{mean} - mean value of the population of laboratory results

σ - standard deviation of population of laboratory results

Random numbers can also be generated in the following manner: a four digit number is chosen and then its square root is calculated. Four medium digits of the obtained value are the first random number for which square root is calculated, and four medium digits of this number are the next ran-

Поступак се понавља онолико пута колико се жели случајних бројева. После овога се на сваком случајном броју изводи Бох-Мулер-ова метода.

Када је добијена популација генерисаних вредности потребно је извршити статистичку обраду и ове резултате упоредити са резултатима добијеним статистичком обрадом резултата лабораторијских испитивања. Уколико се средње вредности и стандардне девијације знатно разликују то указује да генерисање није изведено на исправан начин, и потребно је проверити коришћену методологију.

Распон генерисаних вредности је увек већи од онога који постоји у стварним резултатима лабораторијских испитивања. Ово значи да генерисане вредности имају мање минимуме, а веће максимуме од популације лабораторијских испитивања. Разлог овоме је што генерисање случајних вредности захвата распон већи од $\pm 3\sigma$.

Када су генерисане случајне вредности свих променљивих, приступа се прорачунавању стабилности по некој од методологија, на пример Хоек-Браун прорачун равног лома у чврстим стенским масама.

Прорачуни се изводе на тај начин што у свакој групи прорачуна постоји једна стохастичка променљива док се остале усвајају на нивоу средње вредности. Као резултат добија се популација фактора сигурности која зависи од изабране променљиве а која се даље може статистички обрађивати. Када се заврши прва група прорачуна, тада се узима нова стохастичка променљива, а све остале као средње вредности.

На тај начин се добија више различитих популација фактора сигурности где у свакој фигурише по једна стохастичка променљива.

Упоређењем кумулативних кривих фактора сигурности, најчешће се може закључити који је параметар најутицајнији, тј. чије варирање доводи до највеће промене фактора сигурности, што је веома значајно када се спроводе мере санације.

На слици 1 је приказана кумулативна крива фактора сигурности када је у прорачунима чврстоћа на притисак узета као стохастичка величина.

Класичним начином прорачуна за исте услове фактор сигурности износи $F=1.15$. Ова вредност приближно одговара вредности са дијаграма за 50% ризика, пошто та тачка одговара средњој вредности код класичног начина прорачуна.

dom number. This procedure is repeated as many times for as many random numbers you want. After this, Box-Muller method is applied to each random number.

Once the population of the generated values is obtained, it is necessary to perform statistical assessment and compare these results with the results obtained by statistical assessment of the results of laboratory examinations. If mean values and standard deviations differ a lot, it shows that generating was not performed adequately, and the used methodology must be checked.

The range of generated values is always larger than the one that exists in the real results of laboratory examinations. This means that generated values have smaller minimums and larger maximums than the populations of laboratory examinations. This is because generating random values includes the range larger than $\pm 3\sigma$.

When mean values of all variables are generated, the stability can be calculated by using one of the methodologies, for example, Hoek-Brown calculation of plane failure in bedrocks.

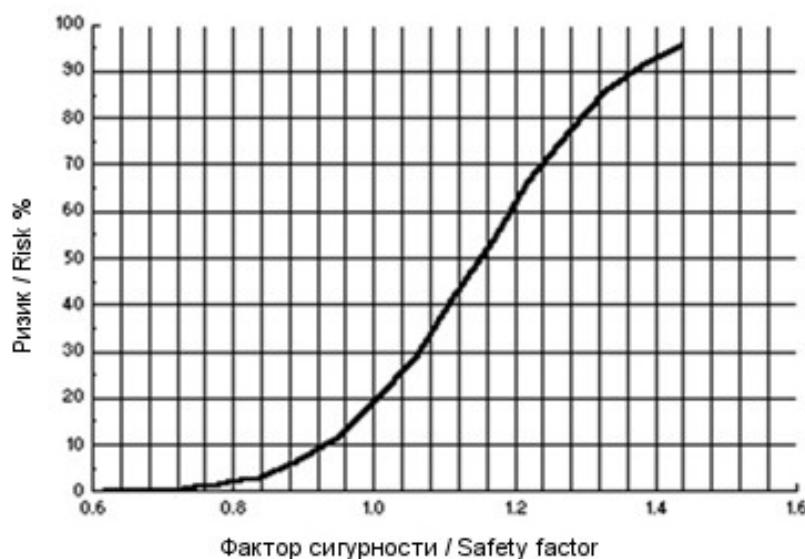
Calculations are carried out in such a way that there is one stochastic variable in each group of calculations, while the rest are implemented at the level of mean values. As a result, a population of safety factors is obtained, which depends on the chosen variable, and which can further be processed statistically. When the first group of calculations is completed, then the new stochastic variable is taken, and the rest are mean values.

In such a way multiple different populations of safety factors are obtained and one stochastic variable is taken into account in each.

By comparing cumulative curves of the safety factors, it can usually be deducted which parameter has the greatest impact, i.e. Variation of which factor leads to the greatest change of the safety factor, which is very important for the implementation of remedial measures.

Figure 1 shows a cumulative curve of the safety factor when pressure strength is taken as stochastic value.

By using the classical methods of calculation for the same conditions, the obtained safety factor is $F=1.15$. This value is approximately equal to the diagram value for 50% risk, since that point corresponds to the mean value in the classical method of calculation.



Slika / Figure 1, Kumulativna kriva faktora sigurnosti / Cumulative curve of the safety factor

Већ сама чињеница да се уместо једног резултата (тачка на кумулативној криви 50% ризика) добија крива фактора сигурности указује на квалитет оваквог решења.

Различити нагиби кумулативне криве фактора сигурности указују колико промена неког параметра утиче на крајње решење. Уколико је крива стрмија то значи да мала промена стохастичке величине доводи до драстичне промене фактора сигурности. Ово је квалитет који не постоји код класичног начина прорачуна.

На слици 1 приказан је дијаграм тока стохастичког прорачуна стабилности косина. Изабрана методологија за одређивање фактора сигурности је детерминистичка метода Хок-Броун-а за прорачун стабилности клина. Уместо ње могуће је користити било коју класичну методологију пошто је суштина стохастичких прорачуна у избору параметара и интерпретацији резултата а не у изабраној методи прорачуна стабилности.

Као улазне стохастичке величине уместо чврстоће на притисак могу бити узети резултати испитивања смицања по дисконтинуитету на узорцима 30x30 cm. За разлику од резултата добијених на основу чврстоће на притисак овде се добијају угао унутрашњег трења (ϕ) и кохезија (C). Пошто се у овоме случају ради о спареним параметрима који се не могу варирати независно, ради се регресиона анализа. Код оваквих опита не очекује се нека чврста веза ових параметара пошто се смицање изводи дуж дисконтинуитета који могу знатно да се разликују по таласастости и због обично малог броја испитивања пошто ови опити спадају у скупле.

The very fact that instead of one result (point at the cumulative curve of 50% risk) a curve of safety factor is obtained shows the quality of this solution.

Different tilts of cumulative curve of the safety factor indicate how a modification of a parameter impacts the end result. If the curve is steeper, it means that a small change of stochastic value leads to a drastic change of the safety factor. This is a quality which does not exist in the classical method of calculation.

Figure 1 shows a diagram of flow of stochastic calculation of slope stability. For the calculation of slope stability the chosen methodology for determining the safety factor was deterministic method Hoek-Brown. It is not possible to use any other classical method instead, since the essence of the stochastic calculations is in the selection of parameters and interpretation of results, and not in the chosen method of the calculation of stability.

Instead of pressure strength, the results of examination of shearing along discontinuity on samples 30x30 cm can be used as the input stochastic values. Unlike the results obtained on the basis of pressure strength, here we obtain the angle of inner abrasion (ϕ) and cohesion (C). Since in this case we are dealing with joint parameters which cannot be varied independently, regression analysis is carried out. These experiments are not expected to have a strong connection between the parameters since shearing is done along the discontinuity, which may vary significantly in wave form because of usually small number of examinations since these experiments are among the more expensive ones.

На основу регресионе анализе добија се коефицијент корелације који нам указује на чврстину везе и зависност $C=f(\varphi)$ на основу које добијамо вредности кохезије.

Уколико се процени да добијене вредности имају макар благу повезаност може се приступити даљим прорачунима који се састоје у статистичкој обради углова трења. На основу статистичке обраде дефинише се расподела, стандардна девијација и средња вредност. Ови параметри служе за генерисање случајних вредности по поступку који је претходно изнесен.

Када је генерисан захтевани број углова трења, њихове вредности се враћају у зависност $C=f(\varphi)$ где се одређује зависно променљива кохезија.

На тај начин се добија онолики низ спарених вредности угла трења и кохезије колико је било генерисаних вредности (обично 100-200) који се користи у прорачунима стабилности.

Као крајњи резултат добија се популација фактора сигурности која се статистички обрађује, а резултати се приказују кумулативном кривом ризик/вероватноћа остварења фактора сигурности.

Based on the regression analysis, a coefficient of correlation is obtained, which indicates the strength of the connection $C=f(\varphi)$ based on which the value of cohesion is obtained.

If it is assessed that the obtained values have at least some small connection, further calculations can be carried out, which consist of the statistical assessment of the abrasion angles. On the basis of the statistical assessment, classification, standard deviation and mean value are defined. These parameters serve for generating random values according to the abovementioned procedure.

Once the desired number of abrasion angles is generated, their values are again placed in dependency $C=f(\varphi)$, where dependent variable cohesion is determined.

In this way, the number of the joint values of abrasion angles and cohesion we obtain corresponds to the generated values (usually 100-200), which are use in the calculations of stability.

As the end result, the population of the safety factor is obtained, which is statistically assessed, and the results are shown on the cumulative curve of risk/probability of the safety factor realization.

Табела / Table 1, Дозвољене вредности ризика зарушавања код пројектовања косина /
Permitted values of risk of caving in when designing slopes

Објект Facility	Век трајања /уgroженост Working life / vulnerability	Дозвољена вероватноћа лома Permitted probability of failure (%)
Завршна косина Final slope	Средње дуго / Критичне косине Medium long / Critical slopes	1.5-5.0
Завршна косина Final slope	Средње / Критична косина Medium / Critical slopes	5.0-15.0
Завршна косина Final slope	Средње / Није критична Medium / Not critical	5.0-15.0
Завршна косина Final slope	Кратко-средње / Није критична Short-medium / Not critical	15.0-30.0
Радна косина Working slope	Кратко / није критична Short / Not critical	30.0-50.0
Радна косина Working slope	0	>50

ПАРАМЕТРИ КОРИШЋЕНИ У ПРОРАЧУНИМА

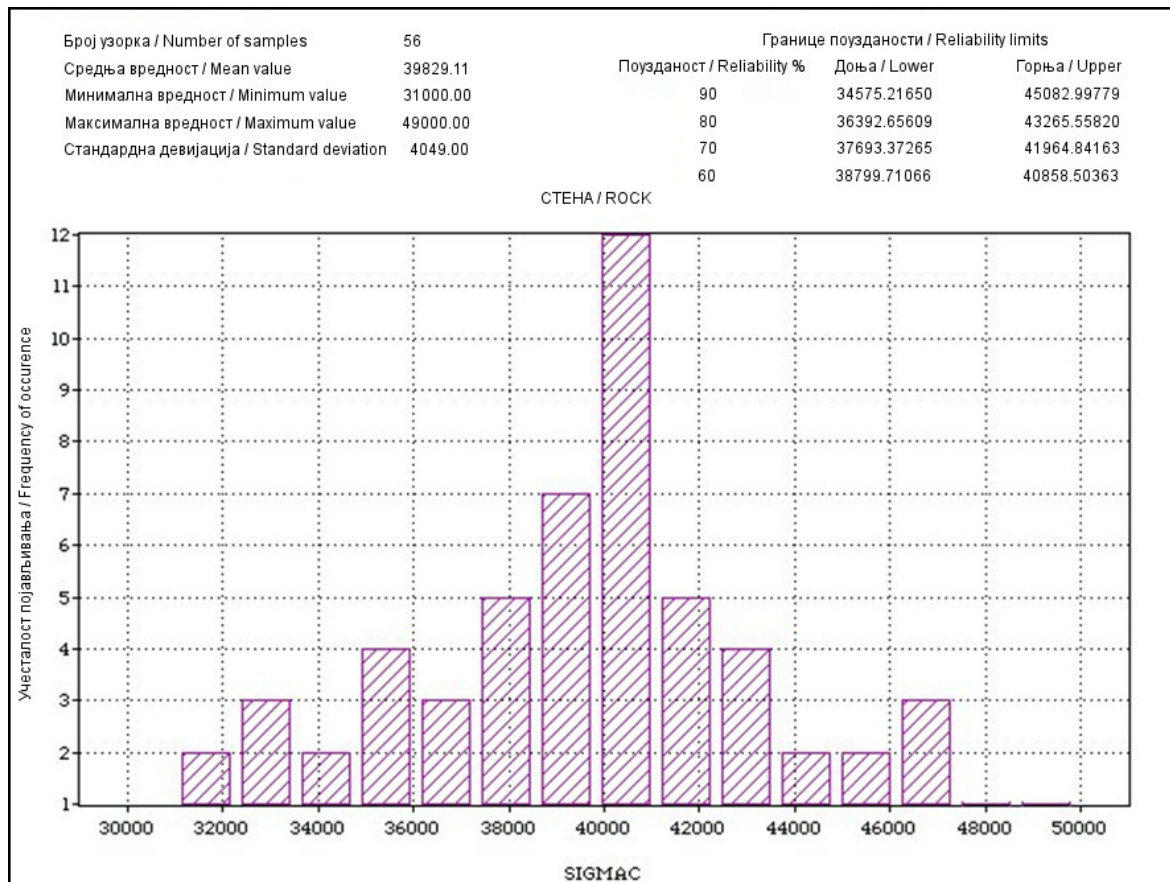
Чврстоће на притисак које су коришћене за стохастички прорачун стабилности приказане су у табели број 2, а резултати статистичке обраде на слици 2.

PARAMETERS USED IN THE CALCULATIONS

Pressure strengths used in the stochastic calculation of stability are indicated in table 2, and the results of statistical assessment in figure 2.

Табела / Table 2, Вредности чврстоће на притисак коришћене у прорачунима /
 Values of pressure strengths used in the calculations

Чврстоћа на притисак σ_c / Pressure strength σ_c (kN/m ²)			
43000	40000	40000	39000
39000	40000	39000	37000
38000	42000	41000	44400
38000	39000	36000	45000
36000	49000	44000	45000
38500	39000	41000	39000
38900	31000	33000	42000
34500	35000	47800	40000
32000	33000	40000	38000
41000	43000	40000	41000
37000	42000	34000	40500
37600	47000	37000	47000
40230	33000	42000	43000
42000	47000	43000	36000



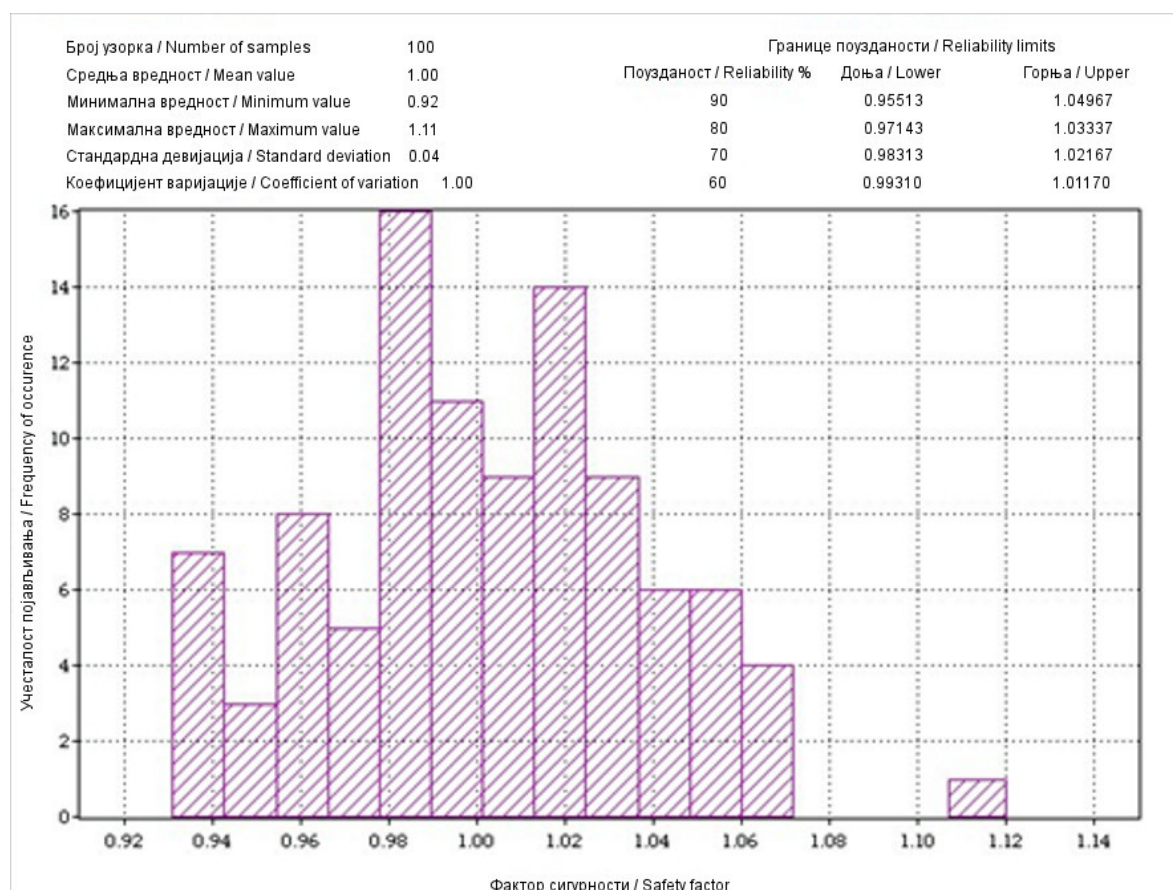
Слика / Figure 2, Резултати статистичке обраде чврстоће на притисак /
 Results of the statistical assessment of the pressure strengths

ПРОВЕРА СТАБИЛНОСТИ – РАВАН ЛОМ – СТОХАСТИЧКИ ПРОРАЧУН

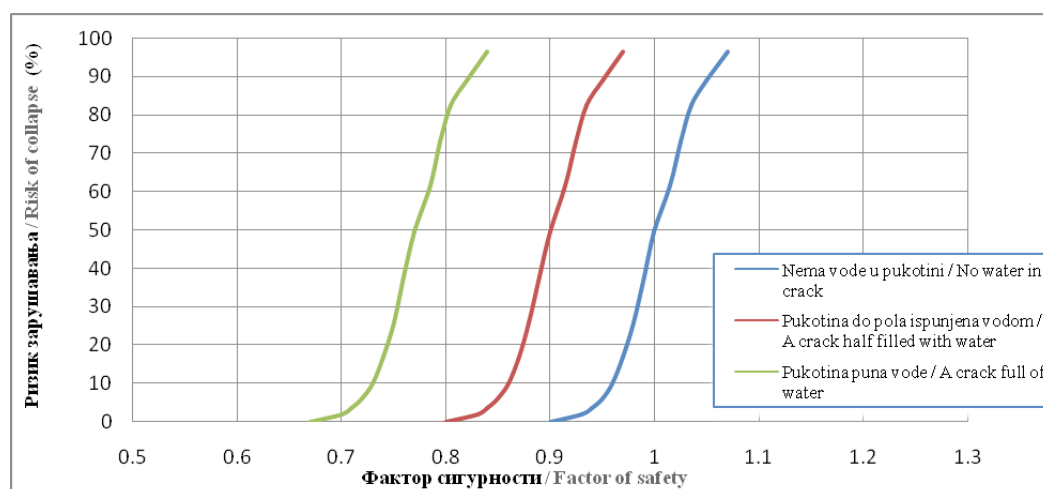
Провера стабилности извршена је за чврстоће на притисак приказане у табели 2. На основу ових података генерисано је 100 нових вредно-

ASSESSMENT OF STABILITY - PLANE FAILURE - STOCHASTIC CALCULATION

Assessment of stability was carried out for pressure strengths displayed in the table 2. Based on this information, 100 new values of pressure strengths



Слика / Figure 3, Хистограм фактора сигурности добијених прорачунима стабилности /
Histogram of the safety factor obtained by using the calculation of stability



Слика / Figure 4, Ризици зарушавања косине за различите нивое воде у тензионој пукотини /
Risks of caving in of the slope for different levels of water in the tension fracture

сти чврстоћа на притисак за које су извршени прорачуни стабилности.

Прорачуни су извршени за косину висине 100 m и угао нагиба косине од 48 степени.

Резултати прорачуна приказани су на сликама 3 и 4.

ЗАКЉУЧАК

Стабилност етажа површинског копа директно утиче на технолошке процесе откопавања лежишта минералних сировина. Ломови косина могу захватити више етажа и довести до оштећења механизације, угрожавања људства и у сваком случају захтевају додатне радове и мете процес експлоатације.

Тежиште овога рада је да се укаже на предност стохастичког начина прорачуна у односу на класични – детерминистички.

Стохастички приступ уводи у прорачуне нехомогеност материјала тј. сви резултати добијени лабораторијским испитивањима или мерењима на терену, користе се за прорачуне стабилности за разлику од детерминистичког приступа где у прорачунима фигурише средња вредност.

Резултати прорачуна су криве ризика које показују вероватноћу испуњења претпостављеног фактора сигурности – најчешће граничног стања тј. $F_s=1.00$.

were generated, for which stability calculations were carried out.

The calculations were carried out for slope 100 m high and the angle of slope inclination of 48 degrees.

The results of the calculations are shown in the figures 3 and 4.

CONCLUSION

Stability of the floor of the open-pit mining has a direct impact on the technological processes of excavation of ore deposits. Slope failures can encompass more floors and lead to the damage to mechanization, endangering the manpower, and in any case, they require additional works and disturb the exploitation process.

The focus of this paper is to highlight the advantage of using the stochastic method of calculation in comparison to the classical method - deterministic.

Stochastic approach introduces non-homogeneity of materials into the calculations, i.e. all the results obtained during laboratory examinations or measuring on the field are used for calculating stability, unlike the deterministic approach where mean value is taken into account in the calculations.

The results of the calculations are risk curves that show the probability of realization of the pre-supposed safety factor - usually border state, i.e. $F_s=1.00$.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. E. Hoek & J. W. Bray, Rock slope engineering, The Institution of Mining and Metallurgy, London, 1977.
2. Richard E. Goodman, Methods of geological engineering in discontinuous rocks, West Publishing Company, New York, 1976.
3. Dražen Djukić, Geomehanika u površinskoj eksploataciji, Institut za rudarska istraživanja, Tuzla, 1984.
4. E. Mendenhall, Introduction to probability and statistics (Duxbury Press, A Division of Wadsworth Publ.Comp.Inc.), 1967.
5. D. C. Tobutt, Monte carlo simulation methods for slope stability (Computers & Geoscience Vol.8, No.2), 1981.
6. B. Petz, Osnove statističke metode za nematematičare (SNL), 1981.

ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ЗГУШЊАВАЊА КОНЦЕНТРАТА БАКРА ИЗ РУДЕ ЛЕЖИШТА БОРСКА РЕКА

DETERMINATION OF PARAMETERS OF THICKENING COPPER CONCENTRATE FROM ORE DEPOSIT BORSKA REKA

DOI: 10.25075/BM.2017.10

Ивана Јовановић¹
 Сања Петровић¹
 Срђана Магдалиновић¹
 Јасмина Нешковић²
 Павле Стјепановић²

Ivana Jovanović¹
 Sanja Petrović¹
 Srđana Magdalinović¹
 Jasmina Nešković²
 Pavle Stjepanović²

¹Институт за рударство и металургију Бор

¹Mining and Metallurgy Institute Bor

²Рударски институт Београд

²Mining Institute Belgrade

ivajo7@gmail.com

ivajo7@gmail.com

Сажетак: У раду су приказани резултати испитивања процеса згушњавања дефинитивног концетрата бакра из лежишта “Борска река”. Испитивани концентрат је претходно добијен поступком флотацијске концентрације. Експеримент таложења честица концетрата у мензури изведен је при почетном садржају чврсте фазе од 30%. Добијени резултати су показали да се дефинитивни концентрат талози повољном брзином уз релативно малу потребну специфичну површину згушњавања, до садржаја чврсте фазе у згуснутом производу од 55%.

Кључне речи: концентрат бакра, згушњавање

Abstract: This paper presents the results of thickening test for the final copper concentrate from the “Borska Reka” deposit. Copper concentrate was previously obtained by the flotation concentration process. The experiment of concentrate particles sedimentation in the graduated cylinder was performed with initial solid phase content of 30%. The results showed that the final concentrate had favorable rate of sedimentation, with a relatively low required surface area for thickening to 55% of solid phase in the thickened product.

Key words: copper concentrate, thickening

УВОД

Лежиште “Борска Река” је саставни део Тимочког магматског комплекса и налази се у северо-западном ободном делу града Бора, испод долине Борске реке, у саставу активног рудника Јаме. Лежиште је дужине око 1000 m и ширине око 500 m, залеже према западу под углом од 45°

INTRODUCTION

The “Borska Reka” deposit is an integral part of the Timok Magmatic Complex and is located in the north-western peripheral part of the town Bor, beneath the Borska Reka valley, as a constituent of the active mine Jama. The deposit is about 1000 m long, about 500 m wide, and inclined towards

до 55°, сагласно залегању Борских конгломерата и пешчара, а од Борске хидротермалне зоне одваја га Борски расед [1]. Досадашњим истраживањем је константовано да рудно тело “Борска река” припада групи врло великих лежишта чија просечна моћност прелази 300 m [2]. Досадашњим испитивањима утврђено је да у лежишту “Борска Река” средњи садржај бакра износи 0,50% Cu, злата 0,204 g/t Au, сребра 1,62 g/t Ag, молибдена 35,89 g/t Mo и сумпора 7,8% S [3]. Лежиште “Борска Река” се још увек не експлоатише, али се сматра да има значајан потенцијал за будућу производњу бакра [4].

За профитабилну експлоатацију одређеног лежишта неопходно је најпре спровести обимна истраживања уз одговарајућу економску процену [5]. Сходно томе, обављена су технолошка испитивања на језгрима бушотина из лежишта “Борска река” у оквиру којих је, између осталог, предвиђено да се одреде параметри који карактеришу дефинитивне производе флотацијске концентрације у поступцима њиховог одводњавања. У складу са тим, извршена су лабораторијска испитивања са сврхом утврђивања показатеља процеса згушњавања дефинитивног концентрата бакра.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ПОСТУПАК

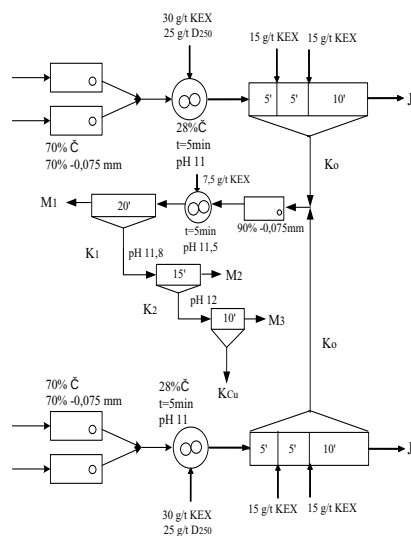
Карактеризација полазног узорка: Узорак концентрата бакра који је коришћен у овом испитивању добијен је према утврђеној технолошкој шеми приказаној на слици 1. Применом дате технолошке шеме, кроз претходна испитивања, постигнути су оптимални резултати у погледу садржаја и искоришћења бакра у концентрату.

west at angle of 45° to 55°, in accordance with the inclination of Bor’s conglomerates and sandstones. It is separated from the Bor hydrothermal zone by the Bor fault [1]. The researches so far have proved that the ore body “Borska Reka” belongs to a group of very large deposits whose average thickness exceeds 300 m [2]. Previous studies have shown that “Borska Reka” deposit contains (on average): 0.50% Cu, 0.204 g/t Au, 1.62 g/t Ag, 35.89 g/t Mo and 7.8% S [3]. The “Borska Reka” deposit has not yet been exploited, but is considered to have significant potential for future copper production [4].

Profitable exploitation of a certain mineral deposit requires extensive previous researches with appropriate economic assessment [5]. Accordingly, technological tests were carried out on exploration drill cores from the deposit “Borska Reka”, where, among other things, it was predicted to determine the parameters that characterize dewatering properties of final flotation products. Therefore, laboratory tests were performed with the purpose of determining the indicators of the final copper concentrate thickening.

EXPERIMENTAL

Characterization of the starting sample: The copper concentrate sample used in this study was obtained according to the technological scheme shown in figure 1. According to presented technological scheme obtained by the previous studies, optimal results were achieved regarding the content and recovery of copper in the concentrate.



Слика / Figure 1, Технолошка шема добијања концентрата бакра / Technological scheme of the flotation concentration of copper minerals

Биланс концентрације који одговара датом експерименту приказан је у табели 1.

The obtained results of flotation are shown in table 1.

Табела / Table 1, Остварени биланс флотацијске концентрације / Technological results of the examination

	m, %	Cu, %	R Cu, %	S, %	R S, %	Au, g/t	R Au, %	Ag, g/t	R Ag, %
U	100,00	0,485	100,00	6,37	100,00	0,16	100,00	1,63	100,00
J	89,29	0,056	10,31	3,98	55,75	0,05	28,11	0,80	43,95
K ₀	10,71	4,06	89,69	26,35	44,25	1,07	71,89	8,51	56,05
K ₁	2,45	16,56	83,77	29,76	11,46	3,24	50,10	22,78	34,39
M ₁	8,25	0,35	5,92	25,33	32,79	0,42	21,79	4,27	21,67
M ₂	0,79	1,85	3,01	24,53	3,04	0,90	4,47	4,50	2,19
K ₂	1,66	23,54	80,75	32,25	8,42	4,36	45,63	31,46	32,20
M ₃	0,25	6,69	3,43	23,99	0,94	2,40	3,76	17,00	2,60
K _{Cu}	1,41	26,50	77,32	33,70	7,48	4,70	41,87	34,00	29,60

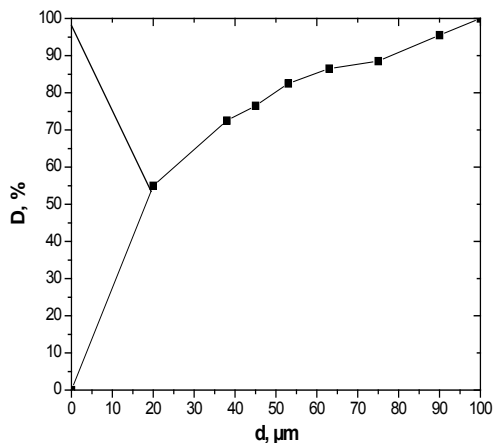
Густина испитиваног узорка одређена је стандардном методом помоћу стакленог пикнометра. Вредност густине дефинитивног концентрата бакра износи 3,80 t/m³.

The density of the tested sample was determined by a standard method using a glass pycnometer. The density of the final copper concentrate was 3.80 t/m³.

Одређивање гранулометријског састава полазног узорка концентрата бакра извршено је мокрим просејавањем на серији сита типа "IMPACT TEST", а резултати су приказани у табели 2 и на слици 2.

Grain size distribution of the initial copper concentrate sample was carried out by wet sieving on the "IMPACT TEST" sieves and the results are shown in table 2 and figure 2.

Класа крупноће, Size class, d (mm)	m (%)	R (%)	D (%)
+0,090	4,5	4,50	100,00
-0,090+0,075	7,0	11,50	95,50
-0,075+0,063	2,0	13,50	88,50
-0,063+0,053	4,0	17,50	86,50
-0,053+0,045	6,0	23,50	82,50
-0,045+0,038	4,0	27,50	76,50
-0,038+0,020	17,5	45,00	72,50
-0,020+0,000	55,0	100,00	55,00



Табела 2 и Слика 2 / Table 2 and Figure 2, Гранулометријски састав узорка дефинитивног концентрата бакра / Grain size distribution of the final copper concentrate

Према резултатима приказаним на слици 2 може се уочити значајно присуство ситних класа (испод 20 μm) у узорку концентрата.

The results in figure 2 show a significant presence of the finest classes (below 20 μm) in the copper concentrate sample.

Одређивање параметара згушњавања дефинитивног концентрата бакра: У циљу испитивања параметара згушњавања дефинитивног концентрата бакра, урађен је опит таложења концентрата у мензури запремине 1000 cm³. Мензура је опремљена милиметарском траком за читавање висине формираног стуба згуснуте пулпе. Ради јасног уочавања границе између избистреног нивоа течности и згуснуте пулпе, коришћен је електрични извор светлости.

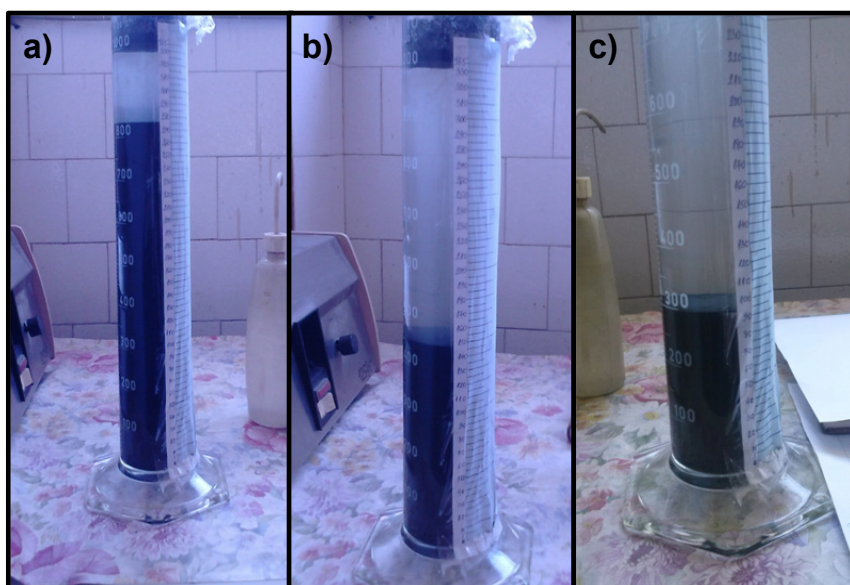
Експеримент таложења честица концентрата у мензури изведен је при почетној густини пулпе од 1,284 t/m³, односно при садржају чврсте фазе од 30%. Овај садржај чврсте фазе у пулпи усвојен је на основу искустава из индустријске праксе у различитим погонима РТБ Бор (постројења за флотацијску концентрацију у Великом Кривељу и Мајданпеку).

Очитавање висине формираног стуба згуснуте пулпе (односно висине нивоа бистре зоне) у мензури извршено је у одређеним временским интервалима. На слици 3 а) б) и ц) дат је приказ извођења експеримента таложења у различитим периодима од почетка процеса седиментације.

Determination of the thickening parameters of the final copper concentrate: The examination of the parameters of the final copper concentrate thickening was performed in the graduated cylinder of 1000 cm³. The graduated cylinder was equipped with a millimeter tape for reading the height of thickened pulp. In order to clearly see the boundary between the clear level of liquid and the thickened pulp, an electric light source was used.

The experiment of sedimentation of concentrate particles in the graduated cylinder was carried out at an initial pulp density of 1.284 t/m³, i.e. with a solid phase content of 30 %. This content of the solid phase in the pulp was adopted based on the experience of industrial practice in various plants of MSC Bor (flotation concentration plants in Veliki Krivelj and Majdanpek).

The height of the thickened pulp (or the clear zone height) in the graduated cylinder was reading at certain time intervals. An overview of the sedimentation experiment at different times from the beginning of the sedimentation process was presented in figure 3 (a, b and c).



Слика / Figure 3, Седиментација дефинитивног концентрата бакра у мензури
/ Sedimentation of final copper concentrate in the graduated cylinder

Тумач / Legend: а) након 12 минута таложења / after 12 minutes of sedimentation;
б) након 45 минута таложења / after 45 minutes of sedimentation;
с) након 250 минута таложења / after 250 minutes of sedimentation

РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Резултати промене висине зоне бистре течности са временом, као и промене вредности запреминске концентрације чврстих честица у пулпи приказани су у табели 3.

RESULTS AND DISCUSSION

Changes in the height of the zone of clear liquid with time, as well as changes in the volume concentration of solid particles in the pulp are shown in table 3.

Почетна концентрација чврстих честица у пул-
 пи (C_0) одређена је према обрасцу:

Initial concentration of solid particles in the pulp
 (C_0) is determined according to the formula:

$$C_0 = m_k / V = 385,1 / 1000 = 0,385 \text{ (t/m}^2\text{)} \quad (1)$$

при чему:

where:

m_k – маса узорка концентрата, g

m_k – mass of the concentrate sample, g

V – запремина мензуре (коју чини збир запре-
 мина воде и концентрата), cm^3

V – volume of the graduated cylinder (sum of water
 and concentrate volumes), cm^3

Табела / Table 3, Резултати седиментације чврстих честица дефинитивног концентрата бакра /
 Results of sedimentation of the final copper concentrate solid particles

Редни број мерења / No of measurement	Време / Timet (min)	Висина стуба згуснуте пулпе Thickened pulp height H (mm)	Висина бистре зоне / Clear zone height H1 (mm)	Концентрација Concentration Ck (t/m3)	Ck / C0
1.	0	335,0	0,0	0,385	1,000
2.	0,5	333,0	2,0	0,387	1,006
3.	1	330,5	4,5	0,390	1,014
4.	2	324,5	10,5	0,397	1,032
5.	3	318,5	16,5	0,405	1,052
6.	4	312,5	22,5	0,413	1,072
7.	5	307,5	27,5	0,419	1,089
8.	6	302,5	32,5	0,426	1,107
9.	8	293,0	42,0	0,440	1,143
10.	10	283,5	51,5	0,455	1,182
11.	15	261,5	73,5	0,493	1,281
12.	20	241,0	94,0	0,535	1,390
13.	25	220,0	115,0	0,586	1,523
14.	30	200,0	135,0	0,645	1,675
15.	40	163,0	172,0	0,791	2,055
16.	50	132,0	203,0	0,977	2,538
17.	60	115,5	219,5	1,117	2,900
18.	80	108,5	226,5	1,189	3,088
19.	100	105,0	230,0	1,228	3,190
20.	150	99,0	236,0	1,303	3,384
21.	200	96,0	239,0	1,343	3,490
22.	250	94,0	241,0	1,372	3,564
23.	300	93,5	241,5	1,379	3,583
24.	400	93,0	242,0	1,387	3,602
25.	500	92,8	242,2	1,390	3,610
26.	1200	92,5	242,5	1,394	3,622
27.	2000	92,5	242,5	1,394	3,622

Поред тога, концентрација чврстих честица (C_k) у делу запремине коју заузима згуснута пулпа након времена t , одређена је на основу обрасца:

$$C_k = C_0 (H_0 / H), \text{ t/m}^2 \quad (2)$$

при чему:

H_0 – почетна висина пулпе у мензури, mm

H – висина стуба згуснуте пулпе након времена t , mm

Да би се утврдила средња брзина таложења честица концентрата бакра, зависност између висине бистре зоне и времена таложења концентрата приказана је графички, слика 4.

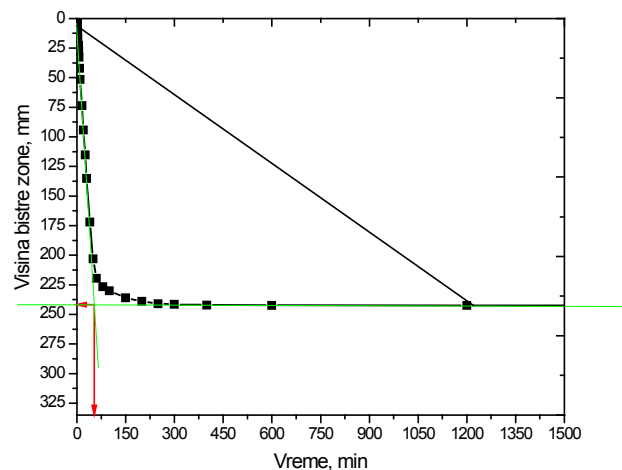
In addition, the concentration of solid particles (C_k) in the part of the volume taken by the thickened pulp after time t , is determined on the basis of the equation:

where:

H_0 – initial height of pulp in the graduated cylinder, mm

H – height of column of thickened pulp after time t , mm

To determine the mean rate of concentrate particles sedimentation, the dependence between the clear zone and the concentrate sedimentation time is shown graphically, figure 4.



Слика / Figure 4, Седиментациона крива узорка дефинитивног концентрата бакра /
 Sedimentation curve of the final copper concentrate sample

За одређивање брзине таложења изабрана је метода проф. Митрофанова. У тачки пресека правих које карактеришу зону таложења и зону компресије (на слици 4 ове праве су означене зеленом бојом) очитане су одговарајуће вредности висине бистре зоне и времена таложења концентрата. На бази ових података, средња брзина таложења (v) износи:

The method of prof. Mitrofanov was chosen for sedimentation rate determination. At the point of intersection of the straight lines characterizing the sedimentation and compression zones in figure 4 these lines are colored green, the corresponding values of the clear zone height and concentrate sedimentation time can be read. On the basis of this data, the mean sedimentation rate (v) is:

$$v = H_1 / t_1 = 0,2419 / 0,8412 = 0,27 \text{ (m/h)} \quad (3)$$

при чему:

H_1 – висина бистре зоне очитана са седиментационе криве, m

t_1 – време које одговара висини H_1 , h

where:

H_1 – height of the clear zone, read from the sedimentation curve, m

t_1 – time corresponding to height H_1 , h

Након утврђивања средње брзине таложења, могуће је одредити специфичну површину згушњавања (s) на основу израза:

$$s = (C_z - C_0) / (C_z \times C_0 \times v) = (0,925 - 0,385) / (0,925 \times 0,385 \times 0,27) = 5,605 \text{ (m}^2/\text{th}^{-1}) \quad (4)$$

при чему:

C_z – завршна концентрација честица концентрата која одговара садржају чврстог у згуснутој пулпи од 55%. Овај садржај чврстог и забранјена основу података из индустријске праксе у погонима РТБ Бор.

Добијени резултати указују на то да се концентрат бакра таложи повољном брзином и има релативно малу потребну специфичну површину згушњавања при задатим условима. Наиме, кроз индустријску праксу у погонима РТБ Бор, при овим условима, оствариване су нешто веће вредности специфичних површина згушњавања [6].

ЗАКЉУЧАК

За потребе одређивања показатеља процеса згушњавања дефинитивног концентрата бакра из лежишта “Борска река” извршена су лабораторијска испитивања таложења концентрата у мензури. Концентрат је добијен поступком флотацијске концентрације према оптималној технолошкој шеми. Гранулометријском анализом је утврђено значајно присуство ситних класа (испод 20 μm) у узорку концентрата.

На основу резултата добијених таложењем концентрата бакра у мензури може се закључити да се исти таложи повољном средњом брзином (0,27 m/h) и има релативно малу потребну специфичну површину згушњавања (5,605 m²/t/h), при густини улазне пулпе од 1,284 t/m³ и садржају чврсте фазе у згуснутом производу од 55%.

ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је настао као резултат Пројекта ТР33007 “Имплементација савремених техничко-технолошких и еколошких решења у постојећим производним системима РББ и РБМ” и Пројекта ТР34025 “Развој еколошких поступака третмана штетних материја применом ферата (ВИ) и електрохемијске оксидације или редукције” које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

After determining the mean sedimentation rate, it is possible to define required surface area for thickening (s) based on the expression:

where:

C_z – final concentration of particles corresponding to the solid content of 55% in the thickened pulp. This solid content has been chosen on the basis of data from industry practice in MSC Bor plants.

The obtained results indicate that the copper concentrate is sedimented at a favorable rate and has a relatively low required surface area for thickening under the given conditions. Namely, considering the industrial practice in MSC Bor plants, somewhat higher values of surface area for thickening were achieved under these conditions [6].

CONCLUSION

In order to determine the thickening parameters of the final copper concentrate from the “Borska Reka” deposit, the laboratory test of concentrate sedimentation in the graduated cylinder was performed. The final copper concentrate was obtained by the flotation process, according to the optimum technological scheme. Granulometric analysis of the initial copper concentrate sample shows a significant presence of the finest classes (below 20 μm).

The obtained results of the examinations indicate that the copper concentrate is sedimented at a favorable average rate (0.27 m/h) and has a relatively low required surface area for thickening (5.605 m²/t/h) under the given conditions (at the initial pulp density of 1.284 t/m³ and a solid phase content of 55% in the thickened product).

ACKNOWLEDGMENT

This paper is a result of the Projects No. TR 33007 “Implementation of the Modern Technical, Technological and Ecological Design Solutions in the Existing Production Systems of the Copper Mine Bor and Copper Mine Majdanpek” and No. 34025: “Development of Environmentally Friendly Methods for Treatment of Harmful Substances using Ferrate (VI) and Electrochemical Oxidation or Reduction”, funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Петровић Д., Свркота И., Стојадиновић С., Милић В., Пантовић Р., Милићевић Ж., Рудно тело “Борска Река”, будућност експлоатације у Борској Јами. Подземни радови 21, 2012. стр. 1–7.
2. Милић В., Свркота И., Петровић Д., Фазно отварање рудног тела “Борска Река” (Phase development of the Borska Reka ore body), Рударски радови 1/2012, 2012. стр. 89–104
3. Milić V., Svrkota I., Petrović D., Analysis of current situation, possibilities and perspective of underground mining in Jama Bor. In: Proceedings of 43th International October Conference on Mining and Metallurgy 12–15 October, Kladovo, 2011. pp. 521–524.
4. Đurđevac Ignjatović Lj., Ignjatović D., Ljubojev M., Mitrović M., Change the uniaxial compressive strength of paste backfill depending on change the parameters. Mining and Metallurgy Engineering Bor 1/2016, pp. 17–24
5. Kržanović D., Ljubojev M., Jovanović I., Vušović N., An analysis the effects of changes in price of metal and operating costs to the profit in exploitation the copper ore deposits, a case study: Copper mine Majdanpek, Serbia. Mining and Metallurgy Engineering Bor 3-4/2017, pp. 51–58
6. Магдалиновић Н., Митровић З., Профировић С., Кржановић С., Верификација процеса одводњавања концентрата бакра и пирита у флотацијама Бора и Великог Кривеља, 27 стр. Архива ИРМ Бор, 1985.

ПОРЕЂЕЊЕ КРИСТАЛОГРАФСКО-ХЕМИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА СФАЛЕРИТА ИЗ РУДНОГ ЛЕЖИШТА КИЖЕВАК СА НЕКИМ ДРУГИМ РУДНИМ ЛЕЖИШТИМА, ДЕО I: ПРЕЛИМИНАРНО РАЗМАТРАЊЕ УСЛОВА ЊИХОВОГ ПОСТАНКА

COMPARISON OF THE CRYSTALLOGRAPHIC-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SPHALERITES FROM THE KIŽEVAK ORE DEPOSIT WITH SOME OTHER DEPOSITS, PART I: PRELIMINARY RECONSIDERATION ABOUT THEIR FORMATION CONDITIONS

DOI: 10.25075/BM.2017.11

Павле Танчић

Геолошки завод Србије
 pavletan@gmail.com

Pavle Tančić

Geological Survey of Serbia
 pavletan@gmail.com

Сажетак: Кристалографско-хемијске карактеристике сфалерита из рудног лежишта Кижевак су коришћене за поређење са одговарајућим карактеристикама неких других рудних лежишта: Шупља Стијена-Брсково, Леце, Селанац, Трпча, Јањево, Пречица, Црвени Брег и Црнац, као и за прелиминарно разматрање услова њихове генезе. Сви добијени резултати су упоређивани са резултатима који су добијени помоћу других различитих метода. Очигледни су мање или више различити услови постанка за испитиване сфалерите из различитих рудних лежишта, који су у овом раду подељени у три групе: ниско, средње и високо температурни регион. Добијене температуре и притисци помоћу Kullerud-ове (1953) криве и једначине и дијаграма који су приказали Lusk и Ford (1978) веома значајно одступају од резултата добијених помоћу других и различитих метода, тако да се могу сматрати углавном неприхватљивим за одређивање генезе сфалерита. Међутим, сфалерити из различитих рудних лежишта са сличним садржајима FeS компоненте се карактеришу веома различитим димензијама јединичне ћелије (a_0) које би, сходно томе, могле да укажу на различите P и/или t услове постанка. Обзиром на ту чињеницу, сматрамо да би требало испитати неке нове могућности за одређивање њиховог постанка, јер по нашем мишљењу ове димензије јединичне ћелије могу бити веома важне, а да сфалерит може бити истовремено користан и као геотермометар и као геобарометар.

Кључне речи: Кижевак, друга лежишта, сфалерити, кристалографско-хемијске карактеристике, упоређења, прелиминарни услови постанка.

Abstract: Crystallographic-chemical characteristics for sphalerites from the ore deposit Kiževak were used for the comparison with the corresponding characteristics of some other ore deposits: Šuplja Stijena-Brskovo, Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica, Crveni Breg and Crnac, and also for the preliminary reconsideration about the conditions of their genesis. All of the obtained results were compared with the results which were obtained by other various methods. There are obvious more or less different formation conditions for the studied sphalerites from the various ore deposits, which are in this paper separated into three groups: low, middle and high temperature region. Obtained temperatures and pressures by Kullerud's (1953) curve and equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978) very significantly deviated from the results which were obtained by other and different

methods, and therefore they could be considered as mostly unacceptable for determination of the sphalerite genesis. However, sphalerites from the different ore deposits with similar contents of the FeS component are characterized with different unit cell dimensions (a_0) which could, accordingly, indicate to the different P and/or t formation conditions. Regarding that fact, we consider that it should be studied some new possibilities for the determination of their formation, because by our opinion these unit cell dimensions could be very important, and that sphalerite could be useful simultaneously as a geothermometer and as a geobarometer.

Keywords: Kiževak, other deposits, sphalerites, crystallographic-chemical characteristics, comparisons, preliminary formation conditions.

УВОД

Значај сулфидних минерала у рудама је дуго био, и наставља и даље да буде, главни разлог интересовања минералога и геохемичара за ове материјале. Одређивање фундаменталне хемије сулфида представља кључ за разумевање њихових услова постанка и, сходно томе, геолошких процеса под којим су одређена рудна лежишта настала. Ово нам може, за узврат, пружити информације у вези стратегија које се могу користити при истраживању таквих лежишта и њихову накнадну експлоатацију. У том контексту, веома је важно познавање структура, стабилности, фазних односа и трансформација, заједно са релевантним термодинамичким и кинетичким подацима (Vaughan, 2006).

Мрки и жути варијетети сфалерита са различитих хоризоната од 670, 690 и 710 m полиметаличног Pb-Zn рудног лежишта Кижевак, су претходно проучавани рендгенском, хемијском и спектрохемијском методом (Танчић, 2004; Танчић и Судар, 2004 и 2005). Израчунате су димензије јединичних ћелија за које је потврђено да расту са порастом Fe, FeS и $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржаја, као и да опадају са порастом Cu садржаја. Састави сфалерита и њихових димензија јединичних ћелија су више или мање различити на различитим дубинама, а такође се разликују за мрке и жуте варијетете. Ове разлике се такође манифестују у међусобно различитим нагибима линија које представљају зависност димензија јединичних ћелија у односу на састав сфалерита из различитих хоризоната, а такође и код сфалерита различитих боја. Том приликом је претпостављено да ови међусобно различити нагиби указују на различите хемијске саставе (од којих је најзначајнији садржај Fe), али такође вероватно и на различите услове постанка сфалерита, и сходно томе на различите услове постанка индивидуалних хоризоната и варијетета овог рудног лежишта. Садржаји $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ највероватније нису од користи за објективне закључке у кристалографском смислу, због тога што показују значајно ниже „крајње“ димензије јединичних ћелија

INTRODUCTION

The importance of sulfide minerals in ores has long been, and continues to be, a major reason for the interest of mineralogists and geochemists in these materials. Determining the fundamental chemistry of sulfides is a key for understanding their formation conditions and, hence, the geological processes by which certain ore deposits have formed. This, in turn, may inform the strategies used in exploration for such deposits and their subsequent exploitation. In this context, knowledge of structures, stabilities, phase relations and transformations, together with the relevant thermodynamic and kinetic data, is critical (Vaughan, 2006).

Brown and yellow varieties of sphalerites from the different horizons at 670, 690 and 710 m of the poly-metallic Pb-Zn ore deposit Kiževak, were previously studied with the X-ray, chemical and spectral-chemical method (Tančić, 2004; Tančić and Sudar, 2004 and 2005). There were calculated unit cell dimensions for which it was confirmed that increase with the increasing of the Fe, FeS and $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ contents, and that they decrease with the increasing of the Cu content, as well. Sphalerite compositions and their unit cell dimensions are more or less different at different depths, and they are also different for the brown and yellow varieties. These differences are also manifested at mutually different slopes of the lines which are representing the dependence of the unit cell dimensions by sphalerite compositions from the different horizons, and also for sphalerites of the different color. At that occasion it was presumed that these mutually different slopes indicate to the different chemical compositions (from which is of the most significance the Fe content), but also probably to the different formation conditions of sphalerites, and accordingly to the different formation conditions of the individual horizons and varieties of this ore deposit. Contents of the $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ most probably are not useful for the objective conclusions at the crystallographic sense, because they show considerable lower “ending” unit cell dimensions than Fe and FeS contents, which are showing

у односу на Fe и FeS садржаје, а који показују исте. Израчунате димензије јединичних ћелија из рендгенских проучавања су значајно веће у односу на оне које су израчунате помоћу једначина из литературних података, док се та разлика смањује са повећањем Fe, FeS и $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})$ S садржаја.

Ови претходно добијени кристалографско-хемијски резултати рудног лежишта Кижевак (Танчић, 2004; Танчић и Судар, 2004 и 2005) су коришћени у овом проучавању ради поређења са кристалографско-хемијским резултатима неких других рудних лежишта из следећих локалитета: Шупља Стијена-Брсково (Јанковић и Јанковић-Милосављевић, 1955); Леце, Селанац, Трпача, Јањево, Пречица и Црвени Брег (Крстановић и Крстановић, 1962); и Црнац (Николић и др., 1978).

Добијени резултати су такође коришћени за прелиминарно разматрање у вези генезе ових сфалерита и рудних лежишта, упркос бројним и значајно великим неслагањима, па чак и неким контрадикторним резултатима који се манифестују у погледу међусобних односа кристалографских података и хемијских састава; у погледу питања о формирању сфалерита; затим да ли би сфалерит могао да буде користан као геотермометар, као геобарометар, итд.; а што све представља ствар неких дебата до данас (Toulmin и др., 1991; Vaughan, 2006).

Главни разлог за оваква проучавања је да постоји озбиљан недостатак термодинамичких података за минерале и рудна лежишта у Србији (видети на пример: Јанковић (1990) и цитиране референце унутар). Због тога, у ове сврхе су коришћене све доступне једначине и дијаграми од када је Kullerud (1953) утврдио да чврсти раствор FeS у ZnS расте са температуром и истовремено изазива пораст димензија јединичних ћелија a_0 , и то без обзира да ли су оне до данас квалификоване као „занемарене, неприкладне, нереалне, итд.“, или нису.

Најзад, поново су разматрана запажања добијена од стране Танчић и Судар (2005) о утицају $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})$ S садржаја у смислу добијања објективнијих закључака (са евентуалним ревизијама и корекцијама) у кристалографском смислу, као и њихов утицај на одређивање температура и притисака у поређењу са Fe и FeS садржајима.

the same. Calculated unit cell dimensions from the X-ray studies are considerable bigger related to that which are calculated from the equations from the literature data, while that difference decrease with increasing of the Fe, FeS and $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})$ S contents.

These previously obtained crystallographic-chemical results of the ore deposit Kiževak (Tančić, 2004; Tančić and Sudar, 2004 and 2005) were used in this part of the study for comparison with the crystallographic-chemical results of some other ore deposits from following localities: Šuplja Stijena-Brskovo (Janković and Janković-Milosavljević, 1955); Lece, Selanac, Trpča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg (Krstanović and Krstanović, 1962); and Crnac (Nikolić et al., 1978).

Obtained results were also used for the preliminary reconsideration about genesis of these sphalerites and ore deposits, despite to the numerous and considerable large disagreements, and even to the some contradictory results which are manifested in the view of the mutually relations of the crystallographic data and chemical compositions; in the view of the questions about sphalerite formation; then if sphalerite could be useful as geothermometer, as geobarometer, etc.; and which is the matter of some debate up to date (Toulmin et al., 1991; Vaughan, 2006).

The main reason for this explorations is that there is a serious lack of the thermodynamic data about minerals and ore deposits in Serbia (see for example: Janković (1990) and references within). Because of that, for this purpose there were used all of the available equations and diagrams since Kullerud (1953) established that solid solution of FeS in ZnS increases with temperature and simultaneously causes increasing of the unit cell dimensions a_0 , regardless if they are up to date qualified as “disregarded, unsuitable, unreal, etc.”, or not.

Finally, it was again reconsidered the observations by Tančić and Sudar (2005) of the influence of the $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})$ S contents for the more objective conclusions (with eventually revision and corrections) at the crystallographic sense, and to its influence to the determination of temperatures and pressures in comparison with the Fe and FeS contents.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

1. Поређење кристалографско-хемијских резултата из Кижевака са неким другим рудним лежиштима и прелиминарно одређивање температуре и притисака постанка

У односу на кристалографско-хемијска проучавања сфалерита у Србији и Црној Гори, пронађено је само неколико података који су углавном старијег датума: Јанковић и Јанковић-Милосављевић (1955) који су проучавали сфалерите из рудног лежишта Шупља Стијена-Брсково; Крстановић и Крстановић (1962) који су проучавали сфалерите из различитих рудних лежишта: Леце, Селанац, Трепча, Јањево, Пречица и Црвени Брег; и Николић и др. (1978) који су проучавали један фракционисани сфалерит из рудног лежишта Црнац. Ови резултати су коришћени за поређење са рудним лежиштем Кижевак (Танчић, 2004; Танчић и Судар, 2004 и 2005).

За прелиминарно одређивање температуре постанка коришћени су:

1. FeS садржаји (у mol. %) за дијаграм који је представио Kullerud (1953)- t_1 ,
2. $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржаји (у mol. %) за дијаграм који је представио Kullerud (1953)- t_2 ,
3. Cu садржаји (у wt. %) за једначину и дијаграм који су представили Wiggins и Craig (1980)- t_3 ,
4. Cd садржаји (у ppm) између сфалерита и галенита за једначину и дијаграм који су представили Bethke и Barton (1971)- t_4 , и
5. Mn садржаји (у ppm) између сфалерита и галенита за једначину и дијаграм који су представили Bethke и Barton (1971)- t_5 .

За одређивање притиска постанка коришћени су једначина и дијаграм који су представили Lusk и Ford (1978)-P.

Карактеристике сфалерита из рудног лежишта Шупља Стијена-Брсково (Јанковић и Јанковић-Милосављевић, 1955) су приказане у Табели 1; из рудних лежишта Леце, Селанац, Трепча, Јањево, Пречица и Црвени Брег (Крстановић и Крстановић, 1962) у Табели 2; из рудног лежишта Црнац (Николић и др., 1978) у табели 3; и из рудног лежишта Кижевак (Танчић, 2004; Танчић и Судар, 2004 и 2005) у табели 4.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Comparison of the crystallographic-chemical results from Kiževak with some other ore deposits and preliminary determinations of the temperatures and pressures of formation

Relative to the crystallographic-chemical researches of the sphalerites in Serbia and Montenegro, there were found only a few data which are mostly of the older date: Janković and Janković-Milosavljević (1955) who studied sphalerites from the Šuplja Stijena-Brskovo ore deposit; Krstanović and Krstanović (1962) who studied sphalerites from the various ore deposits: Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg; and Nikolić et al. (1978) who studied one fractioned sphalerite from the Crnac ore deposit. These results were used for comparison with the ore deposit Kiževak (Tančić, 2004; Tančić and Sudar, 2004 and 2005).

For the preliminary determination of the temperature of formation there were used:

1. FeS contents (in mol. %) for the diagram which was presented by Kullerud (1953)- t_1 ,
2. $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ contents (in mol. %) for the diagram which was presented by Kullerud (1953)- t_2 ,
3. Cu contents (in wt. %) for the equation and diagram which was presented by Wiggins and Craig (1980)- t_3 ,
4. Cd contents (in ppm) between sphalerite and galena for the equation and diagram which was presented by Bethke and Barton (1971)- t_4 , and
5. Mn contents (in ppm) between sphalerite and galena for the equation and diagram which was presented by Bethke and Barton (1971)- t_5 .

For the determination of the pressure of formation there were used the equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978)-P.

Characteristics of the sphalerites from the Šuplja Stijena-Brskovo ore deposit (Janković and Janković-Milosavljević, 1955) are presented at Table 1; from the Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg ore deposits (Krstanović and Krstanović, 1962) at table 2; from the Crnac ore deposit (Nikolić et al., 1978) at Table 3; and from Kiževak ore deposit (Tančić, 2004; Tančić and Sudar, 2004 and 2005) at table 4.

Табела / Table 1, Карактеристике сфалерита из Шупље Стијене-Брскова /
Characteristics of the sphalerites from Šuplja Stijena-Brskovo

	Зеленкасти / greenish	Жути / yellow	Мрки / brown	Тамни / dark
a_0	5,408(1)*	5,409(1)*	5,409(1)*	5,414(1)*
Fe (wt. %)	1,85	3,26	3,45	6,20
FeS (mol. %)	3,40	5,09	5,38	11,93
t_1 (°C) ¹	110,00	160	170	330
P_1 (kbar) ¹	20,07	17,29	16,84	7,88
FeS (mol. %) ¹	2,91	5,13	5,43	9,76
t_{1a} (°C) ¹	100,00	160	170	280
P_{1a} (kbar) ¹	20,90	17,23	16,76	10,55

Тумач / Legend: ¹ - овај рад/this paper, * - претпостављена процењена стандардна девијација у овом раду/presumed estimated standard deviation in this paper

Јанковић и Јанковић-Милосављевић (1955) су закључили да је FeS садржај у рудном лежишту Шупља Стијена у опсегу од 2,2 до 6,8 mol. %, а да су одговарајуће температуре при нормалном притиску од 100 до 220 °C. Ове температуре су додатно кориговане услед утицаја притиска од 1000 до 2000 atm (што је $\approx$ 1-2 kbar-a, примедба П.Т.) на од 130 до 250 °C. Садржај FeS у рудном лежишту Брсково је 3,9 mol. %, што одговара температури од 130 °C. Такође, они су закључили да је пораст Fe садржаја утицао на пораст димензије јединичне ћелије a_0 , и да постоји квалитативна сагласност, али са неким квантитативним неслагањем са Kullerud-овом (1953) кривом.

У овом раду додатно су кориговани FeS садржаји (Јанковић и Јанковић-Милосављевић, 1955) у FeS¹ садржаје на основу Fe садржаја. Температуре (t_1) и притисци (P_1) су израчунати на основу FeS садржаја, док су температуре (t_{1a}) и притисци (P_{1a}) израчунати на основу FeS¹ садржаја. Такође, зато што процењене стандардне девијације за јединичну ћелију нису публиковане, оне су претпостављене на њихове приближне реалне вредности* табела 1, ред 2.

Janković and Janković-Milosavljević (1955) concluded that the FeS content at the Šuplja Stijena ore deposit is in the range from 2.2 to 6.8 mol. %, and corresponding temperature for the normal pressure is from 100 to 220 °C. Those temperatures were additionally corrected for the pressure influence of 1000 to 2000 atm (which is $\approx$ to 1-2 kbar, remark by P.T.) from 130 to 250 °C. The FeS content at the Brskovo ore deposit is 3.9 mol. %, which corresponds to temperature of 130 °C. Also, they concluded that increasing of the Fe content influenced to the increase of the unit cell parameter a_0 , and that there is qualitative agreement, but with some quantitative disagreement with the Kullerud's (1953) curve.

In this paper there were additionally corrected the FeS contents (Janković and Janković-Milosavljević, 1955) into the FeS¹ contents according to the Fe contents. Temperature (t_1) and pressure (P_1) were calculated at basis of the FeS contents, while the temperature (t_{1a}) and pressure (P_{1a}) were calculated at basis of the FeS¹ contents. Also, because the estimated standard deviations for the unit cell were not published, they were presumed to their approximate real values* table 1, row 2.

Табела / Table 2, Карактеристике сфалерита из Леца, Селанца, Трпче, Јањева, Пречица и Црвеног Брега / Characteristics of the sphalerites from Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg

	Леце I Lece I	Леце II Lece II	Селанец Selanac	Трпча Trepča	Јањево Janjevo	Пречица Prečica	Црвени Брег Crveni Breg
a_0	5,4050(1)	5,4099(1)	5,4182(1)	5,4214(1)	5,4223(1)	5,4225(1)	5,4239(1)
Fe (wt. %)	0,56	3,51	9,86	11,90	11,96	12,61	14,35
FeS (mol. %) ¹	0,88	5,53	15,52	18,73	18,83	19,85	22,59
t_1 (°C)	<100,00	140,00	460,00	550,00	560,00	590,00	620,00
t_{1a} (°C) ¹	29,00	170,00	410,00	485,00	485,00	510,00	560,00
P (kbar) ¹	24,53	16,60	4,09	1,38	1,30	0,58	-1,04

Тумач / Legend: ¹ - овај рад/this paper

Крстановић и Крстановић (1962) указују на слагање са резултатима за a_0 из рудног лежишта Шупља Стијена-Брсково (Јанковић и Јанковић-Милосављевић, 1955) и за податке дате од стране Swanson и Fuyat (1953) и Копп и Керр (1958), али и на неслагање са резултатима Skinner и др. (1959) и Skinner (1961). Добијене температуре нису кориговане на утицај притиска, и услед тога претпостављене су као минималне.

У овом раду додатно су израчунати FeS^1 садржаји у складу са Fe садржајима, и кориговане су температуре- t_1 (Крстановић и Крстановић, 1962) на температуре- t_{1a} у складу са Kullerud-овом (1953) кривом. Притисци су израчунати на основу FeS^1 садржаја.

Krstanović and Krstanović (1962) indicate to an agreement with the results of a_0 from the Šuplja Stijena-Brskovo ore deposit (Janković and Janković-Milosavljević, 1955) and data by Swanson and Fuyat (1953) and Kopp and Kerr (1958), but to the disagreement with the results by Skinner et al. (1959) and Skinner (1961). Obtained temperatures were not corrected for the pressure influence, and therefore they were assumed as minimal.

In present paper there were additionally calculated the FeS^1 contents according to the Fe contents, and corrected the temperature- t_1 (Krstanović and Krstanović, 1962) to the temperature- t_{1a} according to the Kullerud's (1953) curve. Pressure was calculated at basis of the FeS^1 contents.

Табела / Table 3, Карактеристике фракционисаног сфалерита из Црнца /
Characteristics of the fractioned sphalerite from Crnac

	Жути/ yellow	Жути/ yellow	Жути/ yellow	Жути/ yellow	Жути/ yellow	Жути/ yellow	Жути/ yellow
a_0	5,4119(5)	5,4123(5)	5,4124(5)	5,4133(5)	5,4126(5)	5,415(1)	5,418(1)
Fe (wt. %)	0,79	1,38	1,36	1,67	2,15	3,67	5,89
FeS (mol. %) ¹	1,24	2,17	2,14	2,63	3,38	5,78	9,27
$t_1(^{\circ}\text{C})^1$	41,00	71,00	71,00	85,00	110,00	180,00	270,00
$P_1(\text{kbar})^1$	23,87	22,20	22,25	21,39	20,10	16,21	11,19
$\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ (mol. %) [*]	6,62	8,49	9,86	10,04	10,40	12,53	17,67
$t_2(^{\circ}\text{C})$	220,00	280,00	310,00	330,00	330,00	400,00	500,00
$t_{2a} (^{\circ}\text{C})^1$	205,00	250,00	285,00	290,00	300,00	345,00	460,00
$P_2(\text{kbar})^1$	14,94	12,25	10,42	10,19	9,73	7,19	2,20
Cu (wt. %)	0,0045	/	0,0040	0,0038	0,0035	0,0200	0,0200
$t_3(^{\circ}\text{C})^1$	113,00	/	108,00	106,00	103,00	186,00	186,00

Тумач / Legend: ¹ - овај рад / this paper, ^{*}-прорачунавање молекулских (FeS , MnS и CdS) садржаја је извршено поступком који су сугерисали Копп и Керр (1958), односно да 1 mol. % CdS = 3,6 mol. % MnS = 11,5 mol. % FeS / calculation of the molecule (FeS , MnS and CdS) contents was done by the procedure which was suggested by Kopp and Kerr (1958), respectively that 1 mol. % CdS = 3.6 mol. % MnS = 11.5 mol. % FeS

Николић и др. (1978) су закључили да је сфалерит кристалисао у две фазе: високо-температурна фаза са 27% учешћа са температуром настанка од 500 до 330 $^{\circ}\text{C}$, и ниско-температурна фаза са 73% учешћа са температуром настанка од 330 до 220 $^{\circ}\text{C}$. Одређене су две доминантне фракције: прва са $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржајем од 6,62 mol. % (са 64,5% учешћа) и са температуром настанка од 220 $^{\circ}\text{C}$, и друга са $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржајем од 10,04 mol. % (са 16,5% учешћа) и са температуром настанка од 330 $^{\circ}\text{C}$. Такође, они су указали на релативно добро слагање промене a_0 са хемијским саставом са резултатима Skinner и др. (1959).

У овом раду додатно су израчунати FeS^1 садржаји у складу са Fe садржајима, и на основу тога

Nikolić et al. (1978) concluded that sphalerite crystallized into two phases: high-temperature phase of 27% content with formation temperature from 500 to 330 $^{\circ}\text{C}$, and low-temperature phase of 73% content with formation temperature from 330 to 220 $^{\circ}\text{C}$. There were obtained two dominant fractions: one with the $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ content of 6.62 mol. % (with 64.5% content) and with formation temperature of 220 $^{\circ}\text{C}$, and second with the $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ content of 10.04 mol. % (with 16.5% content) and with formation temperature of 330 $^{\circ}\text{C}$. Also, they indicate to a relatively good agreement of the variation of a_0 with the chemical composition with the results by Skinner et al. (1959).

In present paper there were additionally calculated the FeS^1 contents according to the Fe contents, and

су израчунате температуре- t_1 и притисци- P_1 . На основу $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржаја (Николић и др., 1978) кориговане су температуре- t_2 на температуре- t_{2a} у складу са Kullerud-овом (1953) кривом и израчунати су притисци- P_2 . Такође, садржаји Cu (Николић и др., 1978) су коришћени за израчунавање температуре- t_3 .

У табели 4 температуре t_4 и t_5 су кориговане услед израчунатог притиска из једначине које су презентовали Lusk и Ford (1978) на температуре t_{4a} и t_{5a} , а у складу са једначинама које су дали Bethke и Barton (1971). Овде би требало напоменути да је такође било могуће коришћење једначина датих од стране Hall и др. (1971), које су у суштини исте и које би се могле користити за ниже температуре.

at that basis there were calculated the temperature- t_1 and pressure- P_1 . At basis of the $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ contents (Nikolić et al., 1978) there were corrected the temperature- t_2 to the temperature- t_{2a} according to the Kullerud's (1953) curve and calculated the pressure- P_2 . Also, the contents of Cu (Nikolić et al., 1978) were used for the calculation of the temperature- t_3 .

At table 4 temperatures t_4 and t_5 were corrected for the calculated pressures from the equation presented by Lusk and Ford (1978) to the temperatures t_{4a} and t_{5a} , according to the equations presented by Bethke and Barton (1971). Here should be mentioned that it could be also used the equations given by Hall et al. (1971), which are essentially the same and which could be used for the lower temperatures.

Табела / Table 4, Карактеристике сфалерита из Кижевака / Characteristics of the sphalerites from Kiževak

	15.635 жути/ yellow	15.633 жути/ yellow	15.623 жути/ yellow	15.611 мрко- жути/ brownish -yellow	15.634 мрки/ brown	15.629 мрки/ brown	15.604 мрки/ brown	15.611 мрко- црвени/ brownish -red	15.640 мрко- црни ¹ / brownish -black ¹
хоризонт horizon(m)	710	710	690	670	710	710	690	670	690
a_0	5,4184(6)	5,4185(5)	5,4186(4)	5,4186(6)	5,4187(5)	5,4190(5)	5,4189(4)	5,4195(6)	/
Fe (wt. %)	0,82	1,06	1,35	1,41	2,88	4,06	5,19	7,80	10,96
FeS (mol. %)	1,29	1,67	2,12	2,22	4,53	6,39	8,17	12,28	17,25
$t_1(^{\circ}\text{C})^1$	41,00	53,00	68,00	71,00	145,00	195,00	240,00	340,00	450,00
$P_1(\text{kbar})^1$	23,78	23,09	22,28	22,11	18,19	15,28	12,70	7,47	2,55
$\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ (mol. %) [*]	4,77	5,03	6,06	6,10	8,17	9,75	11,16	16,05	21,42
$t_2(^{\circ}\text{C})^1$	150,00	160,00	185,00	190,00	240,00	280,00	315,00	425,00	540,00
$P_2(\text{kbar})^1$	17,81	17,39	15,78	15,72	12,70	10,56	8,79	3,60	-0,42
Cu (wt. %)	0,0070	0,0316	0,0170	0,0300	0,1200	0,0320	0,2000	0,0316	0,3160
$t_3(^{\circ}\text{C})^1$	132,00	214,00	176,00	210,00	320,00	215,00	374,00	214,00	432,00
$\text{Cd}_{\text{sph.}}/\text{Cd}_{\text{galena}}$ (ppm) ¹	2200/40	2100/18	2500/47	/	2100/72	2100/48	/	2100/48	/
$\text{Mn}_{\text{sph.}}/\text{Mn}_{\text{galena}}$ (ppm) ¹	500/30	500/6	500/36	/	1100/18	500/35	/	1300/30	/
K_{Cd}^1	55,00	116,67	53,19	/	29,17	43,75	/	43,75	/
$t_4(^{\circ}\text{C})^1$	464,00	388,00	468,00	/	544,00	491,00	/	491,00	/
$t_{4a} (^{\circ}\text{C})^{1,2}$	242,00	194,00	259,00	/	355,00	343,00	/	419,00	/
K_{Mn}^1	16,67	83,33	13,89	/	61,11	14,29	/	43,33	/
$t_5(^{\circ}\text{C})^1$	871,00	457,00	950,00	/	512,00	937,00	/	583,00	/
$t_{5a} (^{\circ}\text{C})^{1,2}$	368,00	145,00	446,00	/	248,00	595,00	/	465,00	/

Тумач / Legend: ¹ - овај рад / this paper, ² - прорачунавање молекулских (FeS, MnS и CdS) садржаја је извршено поступком који су сугерисали Корп и Кер (1958), односно да 1 mol. % CdS = 3,6 mol. % MnS = 11,5 mol. % FeS/calculation of the molecule (FeS, MnS and CdS) contents was done by the procedure which was suggested by Kopp and Kerr (1958), respectively that 1 mol. % CdS = 3.6 mol. % MnS = 11.5 mol. % FeS, ² - температуре t_4 и t_5 су кориговане услед притиска на температуре t_{4a} и t_{5a} /temperatures t_4 and t_5 were corrected by the pressure to the temperatures t_{4a} and t_{5a}

Нажалост, услед недостатка одговарајућих неопходних података није било могуће израчунати следеће температуре:

- од t_2 до t_5 за сфалерите из рудних лежишта Шупља Стијена-Брсково, Леце, Селанац, Трепча, Јањево, Пречица и Црвени Брег,
- за t_3 за једну фракцију узорка сфалерита из рудног лежишта Црнац, и
- за t_4 и t_5 за све узорке сфалерита из рудног лежишта Црнац и за три узорка сфалерита из рудног лежишта Кижевак.

У овом раду такође је проучаван мрко-црни узорак сфалерита (15.640, са хоризонта од 690 m) који има највећи Fe садржај од свих сфалерита који су пронађени и проучавани из рудног лежишта Кижевак (Судар, 2001 и 2003).

Као што се може видети из табела 1-4, резултати одређиваних температура и притисака за сва проучавана рудна лежишта добијених из различитих једначина и дијаграма, су више или мање различити.

Овде би такође требало напоменути да су резултати температура добијених у овом раду у некој неслагласности са резултатима који су добили други аутори табеле 1-3, а које би се делимично могле објаснити или погрешним FeS израчунавањима из Fe садржаја (овај рад vs. Јанковић и Јанковић-Милосављевић, 1955), или делимично измештеном проценом температуре из Kullerud-ове (1953) криве (овај рад vs. Крстановић и Крстановић, 1962; и Николић и др., 1978).

Резултати промене димензије јединичне ћелије (a_0) са Fe и FeS садржајима за рудна лежишта која имају више од једног узорка сфалерита (т.ј. за рудна лежишта Шупља Стијена-Брсково, Црнац и Кижевак) су коришћена за израду слике 1.

Са слике 1 може се видети да a_0 расте са порастом Fe и FeS садржаја, и да опада са порастом Cu садржаја. Састави сфалерита и њихових димензија јединичних ћелија су очигледно различити за различита рудна лежишта. Ове разлике се такође манифестују међусобно различитим нагибима линија које представљају промене димензија јединичних ћелија са саставима сфалерита. Ови међусобно различити нагиби указују на различите хемијске саставе (од којих је од највећег значаја Fe садржај), али такође највероватније и на различите P-t услове настанка рудних лежишта Шупља Стијена-Брсково, Црнац-Кижевак, а што је у сагласности са претходним проучавањима (Танчић и Судар, 2005). Такође, ове разлике опадају са порастом Fe и FeS садржаја.

Unfortunately, because of the lack of the corresponding necessary data there was impossible to calculate following temperatures:

- from t_2 to t_5 for the sphalerites from the ore deposits Šuplja Stijena-Brskovo, Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg,
- for t_3 for one fraction of the sphalerite specimen from the ore deposit Crnac, and
- for t_4 and t_5 for all of the sphalerite specimens from the ore deposit Crnac and for three sphalerite specimens for the ore deposit Kiževak.

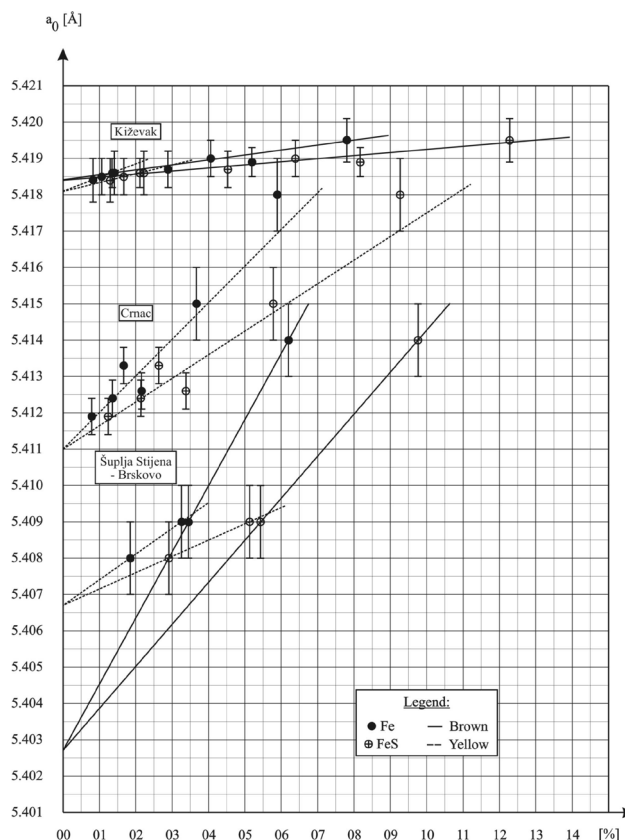
In this paper it was also studied the brownish-black sphalerite specimen (15.640, from the horizon at 690 m) which has the biggest Fe content of all of the sphalerites which were found and studied at the Kiževak ore deposit (Sudar, 2001 and 2003).

As it could be seen from the tables 1-4, the results of the determined temperatures and pressures for all of the studied ore deposits which were obtained with various equations and diagrams, are more or less different.

Here it should be also mentioned that results of temperatures obtained in this paper are in some disagreement with the results obtained by other authors tables 1-3, which could be partially explained either by wrong FeS calculation from the Fe content (this paper vs. Janković and Janković-Milosavljević, 1955), or either by something shifted temperature estimation from the Kullerud's (1953) curve (this paper vs. Krstanović and Krstanović, 1962; and Nikolić et al., 1978).

Results of the variations of the unit cell dimension (a_0) by the Fe and FeS contents for the ore deposits which has more than one sphalerite specimens (i.e. for ore deposits Šuplja Stijena-Brskovo, Crnac and Kiževak) were used for the construction of figure 1.

From figure 1 it can be seen that a_0 increases with increasing of the Fe and FeS contents, and that decreases with increasing of the Cu content. Sphalerite compositions and their unit cell dimensions are obviously different for the various ore deposits. These differences are also manifested with mutually different slopes of the lines which are representing the variation of the unit cell dimensions by sphalerite compositions. These mutually different slopes indicate to the different chemical compositions (from which is of the most significance the Fe content), but also most probably to the different P-t formation conditions of the Šuplja Stijena-Brskovo, Crnac and Kiževak ore deposits, which is in agreement with the previously studies (Tančić and Sudar, 2005). Also, these differences decrease with increasing of the Fe and FeS contents.



Слика / Figure 1, Промена димензије јединичне ћелије (a_0) са Fe и FeS садржајима за лежишта Шупља Стијена-Брсково, Црнац и Кижевак / Variation of the unit cell dimension (a_0) by the Fe and FeS contents for the ore deposits Šuplja Stijena-Brskovo, Crnac and Kiževak.

Међутим, и што је још од веће важности, различите димензије јединичних ћелија код узорка са приближно сличним Fe и FeS садржајима аргументовано указују на различите услове настанка (P и/или t). Сходно томе, наше мишљење је да димензије јединичних ћелија могу бити веома важне и да Kullerud-ова (1953) крива и једначина и дијаграм које су презентовали Lusk и Ford (1978) не могу бити прихватљиви за одређивање температура и притисака у оваквим случајевима, због тога што дају сличне и нетачне вредности, и да би услед тога требало пронаћи неко ново решење(а). Надаље, овде не постоји неслагање са запажањем Barton-а и Toulmin-а (1966) да су димензије јединичне ћелије од мале користи за одређивање састава природних сфелерита, и због тога, наше мишљење је да оне могу бити врло корисне за P-t одредбу.

2. Уочене разлике између природних узорака и лабораторијско-теоријских истраживања

Промене димензије јединичне ћелије (a_0) са Fe и FeS садржајима које су представљене на слици 1 се пресецају на левој страни дијаграма. Како би се установило где би се ове промене могле пре-

But, and what is more important, different unit cell dimensions of specimens which have approximate similar Fe and FeS contents strongly indicate to the different formation conditions (P and/or t). Accordingly, our opinion is that the unit cell dimensions could be very important and that Kullerud's (1953) curve and equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978) couldn't be accepted for the temperature and pressure determination in such cases, because they gave similar and incorrect values, and therefore there should be found some new solution(s). Furthermore, there is no disagreement with Barton and Toulmin's (1966) observation that the unit cell dimensions are of little benefit for determination of the natural sphalerite composition, and because of that, our opinion is that they could be very useful for the P-t determination.

2. Observed differences between the natural samples and the laboratory-theoretical studies

Variations of the unit cell dimension (a_0) by the Fe and FeS contents which were presented at the figure 1 have intersections at the left side of the diagram. In purpose to establish where those variations could

сецати на десној и горњој страни овог дијаграма, слика 1 је допуњена са:

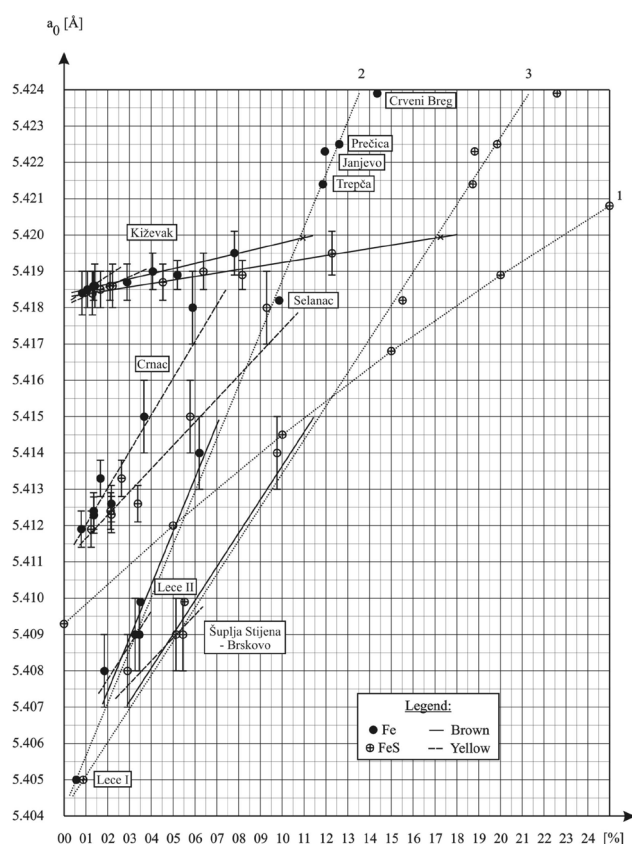
- результатима промене Fe са a_0 (Крстановић и Крстановић, 1962);
- променом FeS са a_0 (овај рад) код природних узорака из рудних лежишта Леце, Селанац, Трпча, Јањево, Пречица и Црвени Брег; и
- са лабораторијско-теоријском променом a_0 са FeS садржајима (Barton и Toulmin, 1966).

На такав начин, конструисана је слика 2 која много јасније приказује односе између сфелерита из различитих рудних лежишта, као и разлике између њихових услова настанка.

intersect at the right and upper side of this diagram, figure 1 is supplemented with:

- the results of the Fe variation by a_0 (Krstanović and Krstanović, 1962);
- the FeS variation by a_0 (this paper) for the natural samples from the ore deposits Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg; and
- with the laboratory-theoretical variation of a_0 by the FeS contents (Barton and Toulmin, 1966).

At such manner, it was constructed figure 2 which more clearly represents the relations between the sphalerites from the various ore deposits, and differences between their formation conditions, as well.



Слика / Figure 2, Промене димензије јединичне ћелије (a_0) са Fe и FeS садржајима за лежишта Шупља Стијена-Брсково, Леце, Селанац, Трпча, Јањево, Пречица, Црвени Брег, Црнац и Кижевак. Линије: 1. са Fe садржајима (Barton и Toulmin, 1966); 2. са Fe садржајима (Крстановић и Крстановић (1962); и 3. са FeS садржајима (овај рад) / Variations of the unit cell dimension (a_0) by the Fe and FeS contents for the ore deposits Šuplja Stijena-Brskovo, Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica, Crveni Breg, Crnac and Kiževak. Lines: 1. by the FeS contents (Barton and Toulmin, 1966); 2. by the Fe contents (Krstanović and Krstanović (1962); and 3. by the FeS contents (this paper)

Претходно споменути узорак 15.640 табела 4 је такође приказан на слици 2 са ознаком „x“. Нажалост, није постојала довољна количина овог узорака за рендгенска проучавања, и услед тога, димензија јединичне ћелије a_0 није могла бити прерачуната и упоређена са оста-

The previously mentioned specimen 15.640 table 4 is also presented at figure 2 with the “x” mark. Unfortunately, there was not enough content of this specimen for the X-ray studies, and because of that, the unit cell dimension a_0 couldn't be calculated and compared with the other results. With approxima-

лим резултатима. Путем апроксимације, претпостављено је да би ова јединична ћелија могла бити око 5,42Å.

Као што се може видети, димензије јединичних ћелија углавном расту по следећем редоследу: Леце, Шупља Стијена-Брсково, Црнац, Селанац, Кижевак, Тречча, Јањево, Пречица и Црвени Брег.

У овом случају, наше мишљење је да би Kullerud-ова (1953) крива могла бити делимично прихватљива за одређивање температуре само код природних узорака који су врло близу или пресецају линије 1 и/или 3 које представљају промене димензија јединичне ћелије (a_0) са FeS садржајима. Са слике 2 може се видети да постоје видљиве разлике између добијених нагиба линија 1 и 3, услед најмање неколико следећих разлога, као што су:

1. Лабораторијски P-t-X услови никада не могу бити тачно подједнаки са условима у природи, због тога што је један систем затворен, док је други отворен. Такође, сфалерит поседује ватросталне карактеристике и сулфиди у природи имају времена и текућих агенаса што им омогућава да се поново ре-уравнотеже на ниским температурама (Vaughan, 2006);
2. Почетна a_0 вредност за чист ZnS од стране Barton-а и Toulmin-а (1966), а такође и осталих истраживача (Skinner и др., 1959; Skinner, 1961; и Wiggins и Craig, 1980) је 5,4093Å, што је значајно веће од вредности од 5,406Å коју су дали Swanson и Fuyat (1953). Један од могућих разлога за овакво смањење јединичне ћелије би могла бити замена сумпора са кисеоником када преталожени сфалерити који садрже 0,7 wt.% ZnO имају јединичну ћелију од 5,4065(3) Å, док сфалерити настали реакцијом чврстог раствора Zn и S имају јединичну ћелију од 5,4093(3)Å (Skinner и Barton, 1960); и
3. На различитим деловима дијаграма постоје различите P-t промене. Дакле, утицај притиска на FeS садржај је различит на високим и ниским температурама, док је утицај температуре на FeS садржај различит на високим и ниским притисцима.

Док су разлози 1 и 2 нешто очигледнији и овде већ објашњени, разлог 3 захтева историјски преглед, даља проучавања и објашњења из неких претходних радова.

Прво, Kullerud (1953) је на основу експерименталних података установио да раствор FeS у ZnS расте са температуром. Такође, пораст FeS садржаја истовремено повећава димензије јединичне ћелије a_0 . На основу тога, као и на основу даљих

tion, it was presumed that this unit cell could be of about 5.42Å.

As it could be seen, the unit cell dimensions mostly increase in following order: Lece, Šuplja Stijena-Brskovo, Crnac, Selanac, Kiževak, Trepc̃a, Janjevo, Prečica and Crveni Breg.

In this case, our opinion is that the Kullerud's (1953) curve could be partially accepted for the temperature determination only for the natural specimens which are very near or intersect lines 1 and/or 3 which represents the variations of the unit cell dimension (a_0) by the FeS contents. From the figure 2 it can be seen that there are visible differences between the obtained slopes of the lines 1 and 3, because of minimum of several following reasons, such as:

1. Laboratory P-t-X conditions couldn't never be exactly the same as the conditions in nature, because one system is closed, and another is open. Also, sphalerite has refractory character and sulfides in nature have time and fluxing agents which cause them to re-equilibrate to low temperatures (Vaughan, 2006);
2. Starting a_0 value for pure ZnS by Barton and Toulmin (1966), and also by other researchers (Skinner et al., 1959; Skinner, 1961; and Wiggins and Craig, 1980) is 5.4093Å, which is considerable bigger than the value of 5.406Å presented by Swanson and Fuyat (1953). One of the possible causes for that unit cell decrease could be the substitution of sulfur with oxygen when precipitated sphalerites which have 0.7 wt.% ZnO has unit cell of 5.4065(3)Å, while sphalerites formed by solid state reaction of Zn and S has unit cell of 5.4093(3) Å (Skinner and Barton, 1960); and
3. At the different parts of the diagram there are different P-t variations. Therefore, the pressure influence on the FeS content is different at high and low temperatures, whereas the temperature influence on the FeS content is different at high and low pressures.

While the reasons 1 and 2 are something obvious and here already explained, the reason 3 requires history review, further studies and explanations from some previous papers.

First, Kullerud (1953) at basis of the experimental data established that solution of FeS in ZnS increases with temperature. Also, increasing of the FeS content simultaneously increases the unit cell dimensions a_0 . At that basis, and with some further significantly corrections (see for example: Skinner et al., 1959; Skinner, 1961; and Barton

значајних корекција (видети на пример: Skinner и др., 1959; Skinner, 1961; и Barton и Toulmin, 1966), сфалерит је у том периоду био широко коришћен као геотермометар. Међутим, фазни дијаграм је и даље био ограничен на регион са присутним гасовима, док је део испод око 580 °C био заснован на екстраполацији података добијених на вишим температурама (Toulmin и др., 1991).

Нешто касније, и са даљим проучавањима природних узорака и експерименталним истраживањима која су се одвијала на сниженим температурама до око 300 °C и ниже од тога, улога сфалерита као геотермометра постаје критикована и значајно већа пажња му се придаје као геобарометру у бројним радовима (видети на пример: Boorman, 1967; Einaudi, 1968; Chernyshev и Anfilogov, 1968; Boorman и др., 1971; Scott и Barnes, 1971; Scott, 1973; Scott и Kissin, 1973; Scott и др., 1977; Hutcheon, 1978; Lusk и Ford, 1978; Ringler, 1979; Bristol, 1979; Boctor, 1980; и Bryndzia и др., 1988 и 1990). Неки од истраживача (Schwarcz и др., 1975; и Hutchinson и Scott, 1983) примењују сфалерит као геобарометар чак и код метеорита (тзв. „сфалеритски космобарометар“). У том периоду, најчешће прихваћени облик сфалерита као геобарометра се заснивао на претпоставци да је састав сфалерита независан од температура испод око 550 °C на свим притисцима навише до најмање 10 kbar-a.

Међутим, чини се да ни овај приступ такође није у сагласности са даљим запажањима Toulmin-а и др. (1991) који су тврдили да јаки термодинамички аргументи захтевају значајну температурну зависност у овом региону. Они су навели да сфалеритска геобарометрија захтева само пажљивију примену и решавање преосталог конфликта између теорије и експеримента како би се обезбедио изузетно користан алат у тумачењу геолошких процеса током времена. Утицај притиска на FeS садржај у сфалериту је већи на ниским температурама него на високим температурама, у сагласности са претходно добијеним резултатима Barton-а и Toulmin-а (1966) од: ~12 mol.% FeS/kbar на собној температури; ~7 mol.% FeS/kbar на 250 °C; и ~5 mol.% FeS/kbar на 450 °C. Постоји све јаче израженији температурни утицај на садржај Fe у сфалериту који је у равнотежи са пиритом и пиротином како се притисак повећава, што је у сукобу са експерименталним доказима. Резултат њихових прерачуна је задржавање изразитих закривљености изобарних „solvus“ линија. Такође, дати FeS садржај код сфалерита у Cu-лежиштима подразумева већи притисак него што би био код парагенеза без Cu, а низак Cu садржај у сфалериту не указује на висок притисак.

and Toulmin, 1966), sphalerite was at that period widely used as a geothermometer. But, the phase diagram was still limited to the vapor-present region, and the portion below about 580 °C was based on extrapolation of data obtained at higher temperatures (Toulmin et al., 1991).

Something later, and with further studies of natural specimens and experimental researching down to about 300 °C and lower, sphalerite role as a geothermometer become criticized and considerable more attention it received as a geobarometer in numerous papers (see for examples: Boorman, 1967; Einaudi, 1968; Chernyshev and Anfilogov, 1968; Boorman et al., 1971; Scott and Barnes, 1971; Scott, 1973; Scott and Kissin, 1973; Scott et al., 1977; Hutcheon, 1978; Lusk and Ford, 1978; Ringler, 1979; Bristol, 1979; Boctor, 1980; and Bryndzia et al., 1988 and 1990). Some of the researchers (Schwarcz et al., 1975; and Hutchinson and Scott, 1983) applied sphalerite geobarometer even to a meteorites (so called “sphalerite cosmo-barometer”). At that period, commonly accepted form of the sphalerite geobarometer is based on the supposition that the composition of sphalerite being independent of temperature below about 550 °C at all pressures up to at least 10 kbar.

However, this approach also seems to be in disagreement with further observations by Toulmin et al. (1991) who argued that strong thermodynamic arguments requires a significant temperature dependence in this region. They stated that the sphalerite geobarometer requires only careful application and resolution of the remaining conflict between theory and experiment to provide an extraordinary useful tool in the interpretation of geologic processes over time. Pressure effect on the FeS content of sphalerite is greater at low temperature than at high temperature, in an agreement with the previously obtained results by Barton and Toulmin (1966) of: ~12 mol.% FeS/kbar at room temperature; ~7 mol.% FeS/kbar at 250 °C; and ~5 mol.% FeS/kbar at 450 °C. There is an increasingly strong temperature effect on the Fe content of sphalerite in equilibrium with pyrite and pyrrhotite as pressure increases, in conflict with the experimental evidence. The result of their recalculations retains the strong curvature of the isobaric solvus lines. Also, a given FeS content in a Cu-bearing sphalerite implies a higher pressure than it would be in Cu-free assemblage, and a low Cu content of sphalerite is not a guide to high pressure.

Furthermore, this situation could be more complex because there are indications that sphalerites

Надаље, ова ситуација може бити још комплекснија због тога што постоје индикације да сфалерит пролази кроз тзв. „long-range ordering“ ка структурама ниже симетрије на температурама које су само мало ниже од оних које су експериментално проучаване, или чак и на вишим температурама (Balabin и Sack, 2000).

Дакле, егзактна функционална зависност FeS садржаја у сфалериту од притиска и температуре је и даље ствар дебате која траје до данашњих дана (видети на пример: Toulmin и др., 1991; Vaughan, 2006; и референце унутар), и утицала је на ефикасност састава сфалерита као геобарометра.

3. Нека запажања из добијених резултата

Из претходних поглавља 1 и 2 могу се извести нека запажања. Наиме, као што се може видети, очигледни су мање или више различити услови настанка проучаваних сфалерита из различитих рудних лежишта, а који су у овом раду подељени у три групе:

1. Ниско температурни регион (<200 °C) за сфалерите из рудних лежишта Леце (t од 29 до 170 °C; Род 16,6 до 24,5 kbara); Шупља Стијена-Брсково (тод 100 до 170 °C; Род 16,8 до 20,9 kbara); Црнац (тод 41 до 180 °C; Род 16,2 до 23,9 kbara) и Кижевак (тод 41 до 195 °C; Род 15,3 до 23,8 kbara);
2. Средње температурни регион (од 200 до 450 °C) за сфалерите из рудних лежишта Шупља Стијена-Брсково (t=280 °C; P=10,6 kbara); Црнац (t=270 °C; P=11,2 kbara); Кижевак (t од 240 до 450 °C; Род 2,6 до 12,7 kbara) и Селанац (t=410 °C; P=4,1 kbara); и
3. Високо температурни регион (>450 °C) за сфалерите из рудних лежишта Трепча (t=485 °C; P=1,4 kbar); Јањево (t=485 °C; P=1,3 kbar); Пречица (t=510 °C; P=0,6 kbar) и Црвени Брег (t=560 °C; P=-1 kbar).

Израчунате просечне вредности температура и притисака из FeS и $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржаја (у заградама) су:

- a. за цело рудно лежиште Леце: 100 °C и >20 kbara;
- b. за цело рудно лежиште Шупља Стијена-Брсково: 178 °C и >16 kbara;
- v. за цело рудно лежиште Црнац: 118 °C и >19 kbara (305 °C и >9 kbara);
- г. за цело рудно лежиште Кижевак: 178 °C и >16 kbara (276 °C и >11 kbara);
- за хоризонт 670 m: 206 °C и >14 kbara (308 °C и >9 kbara);

undergoes so called “long-range ordering” to lower symmetry structures at temperatures only slightly below those studied experimentally, or at even higher temperatures (Balabin and Sack, 2000).

Therefore, the exact functional dependence of the FeS content of sphalerite on pressure and temperature is still a matter of debate which is up to date (see for examples: Toulmin et al., 1991; Vaughan, 2006; and references within), and has impacted the efficacy of the use of sphalerite composition as a geobarometer.

3. Some observations from the obtained results

From the previous Chapters 1 and 2 some observations could be derived. Namely, as it could be seen, there are obvious more or less different formation conditions for the studied sphalerites from the various ore deposits, which are in this paper separated into three groups:

1. Low temperature region (<200 °C) for sphalerites from the ore deposits Lece (t from 29 to 170 °C; P from 16.6 to 24.5 kbars), Šuplja Stijena-Brskovo (t from 100 to 170 °C; P from 16.8 to 20.9 kbars); Crnac (t from 41 to 180 °C; P from 16.2 to 23.9 kbars); and Kiževak (t from 41 to 195 °C; P from 15.3 to 23.8 kbars)
2. Middle temperature region (from 200 to 450 °C) for sphalerites from the ore deposits Šuplja Stijena-Brskovo (t=280 °C; P=10.6 kbars); Crnac (t=270 °C; P=11.2 kbars); Kiževak (t from 240 to 450 °C; P from 2.6 to 12.7 kbars) and Selanac (t=410 °C; P=4.1 kbars); and
3. High temperature region (>450 °C) for sphalerites from the ore deposits Treпча (t=485 °C; P=1.4 kbar), Janjevo (t=485 °C; P=1.3 kbar), Prečica (t=510 °C; P=0.6 kbar) and Crveni Breg (t=560 °C; P=-1 kbar).

The calculated average temperature and pressure values from the FeS and $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ (in parentheses) contents are:

- a. for the whole studied Lece ore deposit: 100 °C and >20 kbars;
- b. for the whole studied Šuplja Stijena-Brskovo ore deposit: 178 °C and >16 kbars;
- c. for the whole studied Crnac ore deposit: 118 °C and >19 kbars (305 °C and >9 kbars);
- d. for the whole studied Kiževak ore deposit: 178 °C and >16 kbars (276 °C and >11 kbars);
- for the horizon at 670 m: 206 °C and >14 kbars

- за хоризонт 690 m: 253 °C и >12 kbara (317 °C и >8 kbara);
- за хоризонт 710 m: 108 °C и >20 kbara (208 °C и >14 kbara);
- за жуте варијетете: 54 °C и >23 kbara (165 °C и 17 kbara); и
- за мрке варијетете: 240 °C и >13 kbara (332 °C и >8 kbara).

Из добијених резултата и запажених разлика између природних узорака и лабораторијско-теоријских проучавања, може се видети да су најизраженији конфликти и одступања код сфалерита који имају мање од око 12 mol. % FeS, што је одговарајуће за температуре које су ниже од око 350 °C према Kullerud-овој (1953) криви слика 2. Такође, према једначини и дијаграму које су представили Lusk и Ford (1978), такви сфалерити су настали изнад око 7 kbara, што су довољни разлози за основану сумњу због тога што су такви енормни притисци врло ретки у природи.

Са друге стране, сфалерити који садрже више од око 21 mol. % FeS, што је одговарајуће за температуре које су изнад око 530 °C према Kullerud-овој (1953) криви настају на негативним притисцима према једначини и дијаграму које су представили Lusk и Ford (1978), што је такође немогуће.

Надаље, ови добијени резултати за температуре и притиске помоћу Kullerud-ове (1953) криве и једначине и дијаграма које су представили Lusk и Ford (1978) врло значајно одступају од резултата који су добијени другим и различитим методама и минералима (т.ј. одређене температуре t_3 , t_4 и t_5 у табелама 1-4), и услед тога се могу сматрати као углавном неприкладне и неприхватљиве за одређивање генезе сфалерита. Наиме, ове две методе су засноване на одређивању P-t услова настанка сфалерита искључиво на основу садржаја присутне FeS компоненте.

Међутим, сфалерити из различитих рудних лезишта са сличним садржајима FeS компоненте се карактеришу различитим димензијама јединичне ћелије (a_0) које би, сходно томе, могле да укажу на различите P и/или t услове постанка. Обзиром на ту чињеницу, сматрамо да би требало испитати неке нове могућности за одређивање њиховог постанка, јер по нашем мишљењу ове димензије јединичне ћелије могу бити веома важне, а да сфалерит може бити истовремено користан и као геотермометар и као геобарометар. У те сврхе, конструкција различитих опција четворо-компонентних a_0 -FeS-P-t дијаграма је већ у току, и биће публикована у нашим будућим радовима.

(308 °C and >9 kbars);

- for the horizon at 690 m: 253 °C and >12 kbars (317 °C and >8 kbars);
- for the horizon at 710 m: 108 °C and >20 kbars (208 °C and >14 kbars);
- for the yellow varieties: 54 °C and >23 kbars (165 °C and 17 kbars); and
- for the brown varieties: 240 °C and >13 kbars (332 °C and >8 kbars).

From the obtained results and the observed differences between the natural samples and the laboratory-theoretical studies it could be seen that the most expressive conflicts and deviations are for the sphalerites which have less than about 12 mol. % FeS what corresponds to the temperatures below of about 350 °C according to the Kullerud's (1953) curve figure 2. Also, according to the equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978), such sphalerites formatted above of about 7 kbars which are enough reasons for reasonable suspicion because such enormous pressures are very rare in nature.

On the other hand, sphalerites which have more than about 21 mol. % FeS what corresponds to the temperatures above of about 530 °C according to the Kullerud's (1953) curve formatted at the negative pressures according to the equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978), which is also impossible.

Furthermore, these obtained temperatures and pressures by Kullerud's (1953) curve and equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978) very significantly deviated from the results which were obtained by other and different methods and minerals (i.e. determined temperatures t_3 , t_4 and t_5 at tables 1-4), and therefore they could be consider as mostly inappropriate and unacceptable for determination of the sphalerite genesis. Namely, these two methods are based at determination of the P-t formation conditions of sphalerite exclusively from the content of the present FeS component.

However, sphalerites from the different ore deposits with similar contents of the FeS component are characterized with different unit cell dimensions (a_0) which could, accordingly, indicate to the different P and/or t formation conditions. Regard to that fact, we consider that it should be studied some new possibilities for the determination of their formation, because by our opinion the unit cell dimensions could be very important, and that sphalerite could be useful simultaneously as a geothermometer and as a geobarometer. For that purpose, constructions of the various options of the four-com-

Такође, ни $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ садржаји највероватније нису погодни за објективније закључке, зато што показују значајно више добијене температуре ($\Delta=187^\circ\text{C}$ за Црнац и $\Delta=92-111^\circ\text{C}$ за Кижевак), и ниже притиске ($\Delta>10$ kbara за Црнац и $\Delta>4-6$ kbara за Кижевак) у односу на оне добијене из FeS садржаја, и у сагласности са претходним резултатима (Танчић и Судар, 2005). Надаље, Scott (1973) је цитирао податке да се сфалеритски фазни односи нису променили чак и у присуству неколико wt. % CdS, док су Toulmin и др. (1991) закључили да присуство геолошки нормалних концентрација компоненти као што су CdS, MnS, ZnSe, CoS и сличних њима, не утичу на парцијалну моларну запремину FeS у сфалериту. Верујемо да ће нека даља проучавања са више узорака потврдити или оповргнути ова запажања.

ЗАКЉУЧАК

У овом раду анализирано је 27 узорака сфалерита са различитим димензијама јединичних ћелија и FeS садржајима. Кристалографско-хемијски резултати рудног лежишта Кижевак су упоређивани са одговарајућим резултатима неких других рудних лежишта: Шупља Стијена-Брсково, Леце, Селанац, Трепча, Јањево, Пречица, Црвени Брег и Црнац, као и за прелиминарно разматрање у вези њихове генезе. Различити проучавани сфалерити и рудна лежишта се могу поделити у три групе: ниско, средње и високо температурни регион.

Сви добијени резултати су упоређивани са резултатима који су добијени другим и различитим методама. Услед утврђених конфликта и одступања, наше мишљење је да се Kullerud-ова (1953) крива и једначина и дијаграм које су презентовали Lusk и Ford (1978) могу сматрати као углавном неприкладни и неприхватљиви за одређивање генезе сфалерита. Kullerud-ова (1953) крива би могла бити само делимично прихватљива. Такође, ни садржаји $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ највероватније нису корисни за објективније закључке, зато што показују значајно више добијене температуре и ниже притиске у односу на оне добијене из FeS садржаја.

Са друге стране, сфалерити из различитих рудних лежишта са сличним садржајима FeS компоненте се карактеришу различитим димензијама јединичних ћелија које би могле, у складу са тим, да указују на различите P и/или t услове настанка. Обзиром на ту чињеницу, требало би проучити неке нове могућности за одређивање њиховог настанка, због тога што би димензије

ponent a_0 -FeS-P-t diagrams are already in progress, and they will be published in our further papers.

Also, neither the $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ contents are most probably not useful for the objective conclusions, because they show considerable higher obtained temperatures ($\Delta=187^\circ\text{C}$ for Crnac and $\Delta=92-111^\circ\text{C}$ for Kiževak), and lower pressures ($\Delta>10$ kbars for Crnac and $>4-6$ kbars for Kiževak), regard to those obtained from the FeS contents, and in agreement with previous results (Tančić and Sudar, 2005). Furthermore, Scott (1973) cited the data that the sphalerite phase relations are not changed even at the presence of several wt. % of CdS, while Toulmin et al. (1991) conclude that the presence of geologically normal concentrations of components such as CdS, MnS, ZnSe, CoS and like does, do not affect to the partial molar volume of FeS in sphalerite. We believe that some further studies with more samples will approve or disapprove this observation.

CONCLUSION

In this paper 27 sphalerite samples with various unit cell dimensions and FeS contents were analyzed. Crystallographic-chemical results of the ore deposit Kiževak are compared with the corresponding results of some other ore deposits: Šuplja Stijena-Brskovo, Lece, Selanac, Trepča, Janjevo, Prečica, Crveni Breg and Crnac, and for the preliminary reconsideration about their genesis. Various studied sphalerites and ore deposits could be separated into three groups: low, middle and high temperature region.

All of the obtained results were compared with the results which were obtained by other and various methods. Because of the observed conflicts and deviations, our opinion is that the Kullerud's (1953) curve and equation and diagram which were presented by Lusk and Ford (1978) could be considered as mostly inappropriate and unacceptable for determination of the sphalerite genesis. Kullerud's (1953) curve could be only partially accepted. Also, neither the contents of $\Sigma(\text{Fe,Mn,Cd})\text{S}$ most probably are not useful for the objective conclusions because they show considerable higher obtained temperatures and lower pressures regard to those obtained from the FeS contents.

On the other hand, sphalerites from the different ore deposits with similar contents of the FeS component are characterized with different unit cell dimensions which could, accordingly, indicate to the different P and/or t formation conditions. Regard to that fact, it should be studied some new possibilities for the determination of their formation, because

јединичних ћелија могле бити од користи за геотермометрију и геобарометрију. Димензије јединичних ћелија углавном расту по редоследу: Леце, Шупља Стијена-Брсково, Црнац, Селанац, Кижевак, Трепча, Јањево, Пречица и Црвени Брег. Верујемо да ће нека будућа проучавања са више узорак потврдити или оповргнути оваква запажања.

the sphalerite unit cell dimensions could be useful for the geothermometry and geobarometry. The unit cell dimensions mostly increase in order: Lece, Šuplja Stijena-Brskovo, Crnac, Selanac, Kiževak, Trepča, Janjevo, Prečica and Crveni Breg. We believe that some further studies with more samples will approve or disapprove these observations.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Balabin A. I. and Sack R. O., Thermodynamics of (Zn, Fe)S sphalerite: a CVM approach with large basis clusters, *Min. Mag.*, 64, 2000, pp. 923-943.
- Barton P. B., Jr. and Toulmin P., Phase relations involving sphalerite in the Fe-Zn-S system, *Econ. Geol.*, 61, 1966, pp. 815-849.
- Bethke P. M. and Barton P. B., Jr., Distribution of Some Minor Elements between Coexisting Sulfide minerals, *Econ. Geol.*, 66, 1971, pp. 140-163.
- Boctor N. Z., Sphalerite geobarometry in Bodenmais ore, Bavaria, *Am. Min.*, 65, 1980, pp. 1031-1037.
- Boorman R. S., Subsolidus studies in the ZnS-FeS-FeS₂ system, *Econ. Geol.*, 62, 1967, pp. 614-631.
- Boorman R. S., Sutherland J. S. and Chernyshev L. V., New data on the sphalerite-pyrrhotite-pyrite solvus, *Econ. Geol.*, 66, 1971, p. 670-675.
- Bristol C. C., Application of Sphalerite Geobarometry to Ores from the Ruttan Mine, *Econ. Geol.*, 74, 1979, pp. 1496-1503.
- Bryndzia, L. T., Scott, S. D. and Spry, P. G., Sphalerite and hexagonal pyrrhotite geobarometer: Experimental calibration and application to the metamorphosed sulfide ores of Broken Hill, Australia, *Econ. Geol.*, 83, 1988, pp. 1193-1204.
- Bryndzia L. T., Scott S. D. and Spry P. G., Sphalerite and hexagonal pyrrhotite geobarometer: Correction in calibration and application, *Econ. Geol.*, 85, 1990, pp. 408-411.
- Chernyshev L. V. and Anfilogov V. N., Subsolidus relations in the ZnS-FeS-FeS₂ system, *Econ. Geol.*, 63, 1968, pp. 841-847.
- Einaudi, M. T., Sphalerite-Pyrrhotite-Pyrite Equilibria-A Re-evaluation, *Econ. Geol.*, 63, 1968, pp. 832-834.
- Hall W. E., Rose H. J. Jr. and Simon F., Fractionation of Minor Elements between Galena and Sphalerite, Darwin Lead-Silver-Zinc Mine, Inyo County, California and Its Significance in Geothermometry, *Econ. Geol.*, 66, 1971, pp. 602-606.
- Hutcheon I., Calculation of metamorphic pressure using the sphalerite-pyrrhotite-pyrite-equilibrium, *Am. Min.*, 63, 1978, pp. 87-95.
- Hutchinson M. N. and Scott S. D., Experimental calibration of the sphalerite cosmobarometer, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 47, 1983, pp. 101-108.
- Janković S. R., The ore deposits of Serbia (Yugoslavia): Regional metallogenic settings, environments of deposition, and types, 1990, 760 p. Republic Social Fund for Geological Investigations and Faculty of Mining and Geology, Department for Economic Geology, Belgrade. (in Serbian with English Summary).
- Janković S. and Janković-Milosavljević R., The iron content and formation temperature of sphalerites in some Yugoslavian ore deposits, *Transactions of the Geological and Mining Faculties*, 3, 1955, pp. 19-23. (in Serbian with German Abstract).
- Kopp O. C. and Kerr, P. F., Differential thermal analysis of Sphalerite, *Am. Min.*, 43, 1958, pp. 732-748.
- Krstanović I. and Krstanović M., Change in unit cell dimensions of sphalerites with the Fe content, and the temperature of formation of some of ours sulphide ore deposits, V Consultations of the Geologists in SFRY, II, 1962, pp. 7-10, Belgrade. (in Serbian with English Abstract).
- Kullerud G., The FeS-ZnS system: A geological thermometer, *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 32, 1953, pp. 61-147.
- Lusk J. and Ford C. E., Experimental extension of the sphalerite geobarometer to 10 kbar, *Am. Min.*, 63, 1978, pp. 516-519.
- Nikolić D., Cvetković Lj. and Đurić, S., Sphalerite from the Crnac Pb-Zn ore deposit, IX Congress of the Yugoslavian Geologists, 1978, pp. 409-415, Sarajevo. (in Serbian with English Summary).
- Ringler R. W., Sphalerite Geobarometry of the Calloway Mine, *Econ. Geol.*, 74, 1979, pp. 937-942.

23. Schwarcz H. P., Scott S. D. and Kissin S. A., Pressures of formation of iron meteorites from sphalerite compositions, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 39, 1975, pp. 1457-1466.
24. Scott S. D., Experimental calibration on the sphalerite geobarometer, *Econ Geol.*, 68, 1973, pp. 466-474.
25. Scott S. D. and Barnes H. L., Sphalerite geothermometry and geobarometry, *Econ Geol.*, 66, 1971, pp. 653-659.
26. Scott S. D. and Kissin S. A., Sphalerite composition in the Zn-Fe-S system below 300 oC, *Econ Geol.*, 68, 1973, pp. 475-479.
27. Scott S. D., Both R. A. and Kissin S. A., Sulphide Petrology of the Broken Hill Region, New South Wales, *Econ Geol.*, 72, 1977, pp. 1410-1425.
28. Skinner B. J., Unit-cell edges of natural and synthetic sphalerites, *Am. Min.*, 46, 1961, pp. 1399-1411.
29. Skinner B. J. and Barton P. B., Jr., The substitution of oxygen for sulfur in wurtzite and sphalerite, *Am. Min.*, 45, 1960, pp. 612-625.
30. Skinner B. J., Barton P. B., Jr. and Kullerud, G., Effect of FeS on the Unit Cell Edge of Sphalerite, *Econ. Geol.*, 54, 1959, pp. 1040-1046.
31. Sudar S., Contents and distribution of the micro-elements at the ore minerals of the Pb - Zn ore deposit Kiževak, Magistrature thesis, Faculty of Mining and Geology, Belgrade. (in Serbian), 2001
32. Sudar S., Geochemistry of micro and macro elements in sphalerites of the Pb - Zn ore deposit Kiževak (Raška, Serbia), *Bulletin of Geoinstitute*, vol. 38, 2003, pp. 87-100, Belgrade.
33. Swanson H. E. and Fuyat R. K., JCPDS 05-0566, Sphalerite, syn, *Natl. Bur. Stand. (U.S.)*, Circ. 539, II, 16, 1953.
34. Tančić P., Relation between the crystallographical parameters and the FeS and CuS contents at sphalerites from Kizevak, XII Conference of the Serbian Crystallographic Society, *Proceedings*, 2004, 44 p. Kragujevac.
35. Tančić P. and Sudar S., Crystallographically-chemical characteristics of sphalerites from the polymetallic Pb-Zn ore deposit Kizevak (Raska, Serbia), *Annual of University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"*, Vol. 47, 2004, pp. 159-163, Sofia, Bulgaria.
36. Tančić P. and Sudar S., Crystallochemically investigations of the sphalerites from the polymetallic Pb-Zn ore deposit Kizevak, *Bulletin of Geoinstitute*, vol. 40, 2005, p. 123-140, Belgrade.
37. Toulmin P., III Barton, P. B. Jr., and Wiggins L. B., Commentary on the sphalerite geobarometer, *Am. Min.*, 76, 1991, pp. 1038-1051.
38. Vaughan D. J., (ed), *Sulfide Mineralogy and Geochemistry*, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 61, 2006, 714 p. The Mineralogical Society of America, Virginia, USA.
39. Wiggins L. B. and Craig J. R., Reconnaissance of the Cu-Fe-Zn-S system: Sphalerite phase relationships, *Econ. Geol.*, 75, 1980, pp. 742-751.

ПОРИЦАЊЕ И САМОПОРИЦАЊЕ Прилог за хронику времена

DENIAL AND SELF-DENIAL An Article for the Time Chronicle

DOI: 10.25075/BM.2017.12

Милинко Радосављевић
 Светомир Максимовић

Рударски институт Београд
 direktor@ribeograd.ac.rs

Milinko Radosavljević
 Svetomir Maksimović

Mining Institute Belgrade
 direktor@ribeograd.ac.rs

Међу првих 16 академика Српске краљевске академије (данас Српска академија наука и уметности, скраћеница САНУ), именовао их је краљ Милан Обреновић 5. априла 1887, чланови Одељења природних наука били су: Јосиф Панчић - лекар и ботаничар, Димитрије Нешић - математичар, Јован Жујовић - геолог и Љубомир Клерић - рударски инжењер. Од тада до данас ниједан од десетак кандидованих рударских стручњака није удостојен чланства у САНУ. Вероватно би овај 130-годишњи превид рударске науке и инжењерства у САНУ наставио не примећено да умножава године да се није у надалеко чувеној Руској академији наука једној од најугледнијих научних институција света, догодио избор нашег колеге једног од предлаганих за САНУ. Ово до сада највеће признање српској рударској науци и инжењерству као и наша одговорност и обавеза према рударству налагали су да се обратимо САНУ и укажемо на ову чињеницу. Текст писма послатог на усаглашавање Рударском институту Београд, Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, Управи за производњу угља Електропривреде Србије, Геолошком заводу Србије, Институту за рударство и металургију Бор и Академији инжењерских наука Србије, гласио је:

The first 16 academicians of the Serbian Royal Academy (today the Serbian Academy of Sciences and Arts, abbreviated as SASA), named by King Milan Obrenović on 5 April 1887, included the following members of the Department of Natural Sciences: Josif Pančić - doctor and botanist, Dimitrije Nešić - mathematician, Jovan Žujović - geologist and Ljubomir Klerić - mining engineer. Since then until now, none of the dozens nominated mining experts have been granted membership in the SASA. Probably this 130-year oversight of the mining science and engineering in the SASA would continue to insensibly multiply the years but for the election of our colleague, one of the suggested for the SASA, in the well-known Russian Academy of Sciences, one of the most distinguished scientific institutions of the world. This so far the greatest acknowledgment to Serbia's mining science and engineering as well as our responsibility and obligation towards mining has forced us to address the SASA and point to this fact. The text of the letter sent for the harmonization to Mining Institute of Belgrade, Faculty of Mining and Geology of University of Belgrade, Directorate for Coal Production of Electric power industry of Serbia, Geological Institute of Serbia, Mining and Metallurgy Institute Bor, and Academy of Engineering Sciences of Serbia, read:

Господине председниче САНУ,
Високо поштовани академиче Костићу,

Из поштовања према Вама, према Српској академији наука и уметности, због значаја догађаја за нашу земљу и науку, част нам је обавестити Вас да је на седници Президијума Руске академије наука 28.11.2017. у Москви, председник академик Сергеев Александар Михајлович уручио проф. др Слободану Вујићу диплому иностраног члана.

Вредносно и временску димензију овог високог научног признања помера саопштено на свечаности, да је проф. Вујић први рударски инжењер инострани члан Руске академије наука. Није реч само о мери пионирских и врхунских резултата који су исписали светле тренутке наше рударске науке и инжењерства, већ и о еху успона нашег рударства до највиших нивелета у другој половини двадесетог века. Изданак те школе је и проф. Вујић.

У околностима данашњих сложених прилика, склоности потискивања, самопорицања, негирања, заборављања, непоштовања, упрошћавања, неговања погрешности и незнања, одлучивања храненог предрасудама, заблудама, зловољом, сујетом и завишћу а подржаваног лобирањем, избор нашег колеге за иностраног члана Руске академије наука доживљавамо слично осећају и искуству рефлекса, као својеврсну исправку погрешног доживљаја стварности.

Од 1887. године када је проф. др Љубомир Клерић, дипломирани инжењер рударства, иначе оснивач школе машинства и механике на Универзитету у Београду, именован за члана Српске краљевске академије, до данас ниједан од десетак кандидованих рударских стручњака није удостојен чланства у САНУ. Ову чињеницу смештамо у трагичан сплет околности и не објашњиве стварности.

Поштовани господине председниче, неоспорно је право САНУ на сопствену изборну метрику, слободу и аутономност избора чланова, па и на не познавање рударства, али не и на 130-то годишњи превид најстарије привредне и техничке научне области, која је као друштвена субструктура била и јесте не само ослонац економског, културног, урбаног, духовног, научног, техничко-технолошког и општег развоја, већ је као матица инжењерства изнедрила све класичне инжењерске дисциплине.

Признање Руске академије наука, адресирано на личност а упућено нашој земљи, нашој науци и инжењерству, позива на размишљање.

С р е ћ н о !

Dear Mr. President of the SASA,
Highly respected academician Kostić,

Out of respect for you, the Serbian Academy of Sciences and Arts, due to the significance the event has for our country and science, we are honored to inform you that the President Academician Sergeev Aleksandr Mikhailovich delivered the title of a foreign member to Prof. Slobodan Vujić, PhD, at the session of the Presidium of the Russian Academy of Sciences on 28 November 2017 in Moscow.

The value and time dimension of this high scientific recognition is extended by the wording of the ceremony that Prof. Vujić is the first mining engineer foreign member of the Russian Academy of Sciences. It is not just about the measure of pioneering and top results that have written the bright moments of our mining science and engineering, but also about the echo of the rise of our mining to the highest levels in the second half of the twentieth century. Prof. Vujić is the offspring of this school.

In today's complex circumstances, tendencies of suppression, self-denial, neglect, oblivion, disrespect, simplification, fostering of wrongness and ignorance, decision-making fed by prejudices, misconceptions, animosity, vanity and envy and supported by lobbying, we perceive the appointment of our colleague as a foreign member of the Russian Academy of Sciences similarly to the feel and experience of reflex, as a kind of a correction of the wrong experience of reality.

Since 1887, when Prof. Ljubomir Klerić, PhD, B. Sc in Mining, the founder of the School of Mechanical Engineering and Mechanics at University of Belgrade, was appointed a member of the Serbian Royal Academy, none of the dozens nominated mining experts have been granted membership to the SASA. We attribute this fact to a tragic array of circumstances and inexplicable reality.

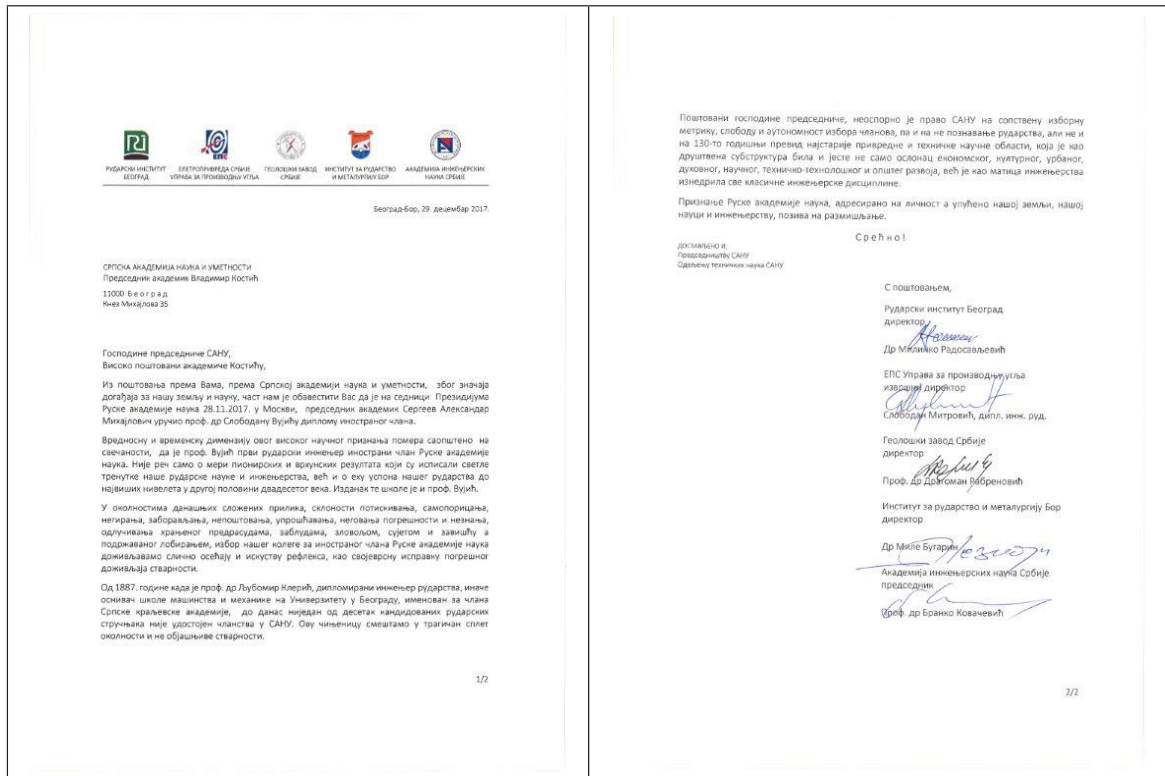
Dear Mr. President, we do not contest the right of the SASA to its own electoral metrics, the freedom and autonomy in the election of its members, or even the lack of knowledge in mining, but we do contest the 130-year-long oversight of the oldest economic and technical scientific field, which, as a social substructure, was and is not only a support of economic, cultural, urban, spiritual, scientific, technical-technological and general development but also a mother of engineering that spawned all the classical engineering disciplines.

The recognition of the Russian Academy of Sciences, addressed to a figure but directed to our country, our science and engineering, calls for consideration.

Good luck!

Са изузетком Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, остале институције подржале су иницијативу и предложени текст писма прихватиле. Став Рударско-геолошког факултета објаснио је декан у поруци од 30. децембра 2017. упућеној директору Рударског института, она кратко гласи: „Поштовани, управа Рударског одсека није наклоњена подршци кандидатуре проф. Вујића у САНУ. С поштовањем, Проф. Др Душан Полоччић“.

With the exception of Faculty of Mining and Geology of University of Belgrade, other institutions have supported the initiative and accepted the proposed text of the letter. The position of Faculty of Mining and Geology was explained by the Dean in the message dated 30 December 2017 and sent to the Director of Mining Institute which reads: “*Dear the leadership of the Mining Department is not inclined to the support of the candidacy of Prof. Vujić in the SASA. Sincerely, Prof. Dušan Polomčić, PhD*”.



Слика / Figure 1, Копија писма упућеног председнику САНУ /
A copy of the letter addressed to the President of the SASA

На писмо са потписима директора Рударског института Београд др Милинка Радосављевића, директора Управе за производњу угља Електропривреде Србије Слободана Митровића, дипл. инж. рударства, директора Геолошког завода Србије проф. др Драгомана Рабреновића, директора Института за рударство и металургију Бор др Милета Бутарина и председника Академије инжењерских наука Србије проф. др Бранка Ковачевића, председник САНУ академик проф. др Владимир Костић, одговорио је 17. јануара 2018. позитивно, с разумевањем и изражавањем спремности да се лично заузме, речима на крају: „Вашу бригу доживљам као израз бриге, коју поштујем и о којој ћу лично водити рачуна.“

On 17 January 2018, the President of the SASA and Academician Prof. Vladimir Kostić, PhD, replied positively to the letter signed by the Director of Mining Institute of Belgrade, Milinko Radosavljević, PhD, the Director of Directorate for Coal Production of Electric power industry of Serbia Slobodan Mitrović, B.Sc. in Mining, the Director of Geological Institute of Serbia Prof. Dragoman Rabrenović, PhD, the Director of Mining and Metallurgy Institute Bor Mile Bugarin, PhD, and the President of the Academy of Engineering Sciences of Serbia Prof. Branko Kovačević, PhD, expressing his appreciation and readiness to personally involve concluding: *“I perceive your concern as an expression of concern which I respect and will personally take care of.”*

From: Dusan Polomcic [<mailto:dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs>]
Sent: Saturday, December 30, 2017 10:26 AM
To: Milinko Radosavljevic <direktor@ribeograd.ac.rs>
Subject: Re: RI

Poštovani,
uprava Rudarskog odseka nije naklonjena podršci kandidature prof. Vujića u SANU.
S poštovanjem,
Prof. Dr Dušan Polomčić

Слика / Figure 2, Копија поруке декана Рударско-геолошког факултета упућене директору Рударског института / A copy of the message of the Dean of Faculty of Mining and Geology sent to the Director of Mining Institute

Да ли је овакав став наше матичне школе случајан или је још једна епизода континуитета усуда порицања и самопорицања нека време одгонетне, зато треба да остане записано.

Let time tell whether this attitude of our parent school is a coincidence or just an episode of the continuity of denial and self-denial, therefore, it should be recorded.

ЧЕТИРИ И ПО ДЕЦЕНИЈЕ ТРАЈАЊА
 КОМИТЕТА ЗА ПОВРШИНСКУ ЕКСПЛОАТАЦИЈУ
 Прилог за хронику времена

FOUR AND A HALF DECADES OF DURATION
 OF THE COMMITTEE FOR SURFACE EXPLOITATION
 An Article for the Time Chronicle

DOI: 10.25075/BM.2017.13

Радомир Симић

Radomir Simić

Академија инжењерских наука Србије
 ains@ains.rs

Academy of Engineering Sciences of Serbia
 ains@ains.rs

Сажетак: У жељи да сачувамо фактографију о активностима и догађајима у новијој историји нашег рударства, замолили смо проф. др Радомира Симића, редовног члана Академије инжењерских наука Србије, да као сведок времена напише своја сећања о оснивању и раду Комитета за површинску експлоатацију Савеза инжењера и техничара рударске, геолошке и металуршке струке Југославије. Редакција се захваљује професору на прихватању позива и уложеном труду.

Кључне речи: комитет, површинска експлоатација, сећања

Abstract: Wanting to preserve the factography of activities and events in the recent history of mining in Serbia, we asked prof. dr. Radomir Simić, a regular member of the Academy of Engineering Sciences of Serbia, to as a witness of time write his memories of the establishment and operation of the Committee for Surface Exploitation of the Association of engineers and technicians of the mining, geological and metallurgical profession of Yugoslavia. The editorial staff is grateful to the professor for accepting the call and his invested effort.

Keywords: committee, surface exploitation, memories

ОСНИВАЊЕ КОМИТЕТА

Почетком седамдесетих година, због великог интересовања рударских и геолошких стручњака за рад у Савезу инжењера и техничара рударства, геологије и металургије Југославије, почело је размишљање да се у оквиру поменутог савеза уз постојеће комитете, формира и Комитет за површинску експлоатацију који би координирао активност рударских стручњака у области површинске експлоатације лежишта минералних сировина. Иницијатива о формирању Комитета разматрана је на новооснованом Смеру за површинску експлоатацију Рударско-геолошког факултета у Београду, на којем је први шеф Смера био проф. Борислав

ESTABLISHMENT OF THE COMMITTEE

At the beginning of the 1970s, due to the great interest of mining and geologic experts in the work of the Association of Engineers and Technicians in Mining, Geology and Metallurgy of Yugoslavia, the idea was made to form a Committee for Surface Exploitation within the aforementioned alliance with the existing committees, which would coordinate the activity of the mining experts in the field of surface exploitation of deposits of mineral raw materials. The Initiative on the establishment of the Committee was considered on the newly established Department for Surface Exploitation of the Mining and Geological Faculty in Belgrade, where the first head of Department was prof. Borislav

Спасојевић, шеф Лабораторије за површинску експлоатацију у оквиру постојећег Смера био је доц. др Вук Радевић. Главни терет те иницијативе носили су проф. Борислав Спасојевић и доц. др Вук Радевић и чланови посебног Иницијативног одбора. Иницијатива је, иначе имала снажну подршку водећих рударских стручњака који су радили у површинској експлоатацији. Уз ризик да неко име неправедно изоставим, највећи допринос тој иницијативи су давали: Петко Јовановић и Новица Спасић из Приштине, затим проф. Винко Робљек, Немања Поповић, Мехмед Џиндић и Здравко Вончина из Тузле, Владимир Вукмировић из Никшића, Милан Шербан и Милоје Барјактаревић из Беочина, Миодраг Аћимовић и Гојко Чоловић из Пљеваља, Голуб Ћосевски и Славе Котевски из Македоније, Светислав Радивојевић из Мајданпека, Чedomir Трајковић и Славољуб Ивош из Колубаре, Коста Макар из Костолца, доц. Јуриј Иванетић из Словеније, проф. Владимир Абрамовић и Милан Божић из Загреба и Андрија Вранеш и Коста Прстић из Бора.

Оснивање Комитета за површинску експлоатацију обављено је 1972. на Првом југословенском симпозијуму о површинској експлоатацији, који је, уз присуство више стотина учесника одржан у Београду. На оснивачкој Скупштини Комитета прочитан је предлог Статута који је једногласно усвојен. За првог председника Комитета изабран је проф. Борислав Спасојевић, за члана председништва доц. Вук Радевић, а за првог секретара Слободан Вујић, тек изабрани асистент Рударско геолошког факултета за предмет Пројектовање површинских копова. Комитет за површинску експлоатацију СИТРГМЈ је веома брзо достигао високу афирмацију, а велики лични ауторитет проф. Борислава Спасојевића, тој афирмацији је давао посебан печат.

Главни задаци у раду Комитета били су: организација југословенских симпозијума о површинској експлоатацији, учешћа на симпозијумима и конференцијама СИТРГМЈ, расправе о најважнијим статусним питањима стручњака запослених у површинској експлоатацији, затим о образовању кадрова за ову област рударске експлоатације и, нарочито, о квалитетном учешћу површинске експлоатације на већ традиционалним пољско југословенским симпозијумима. Све те задатке Комитет је са успехом обављао и све више преузимао водећу улогу у раду СИТРГМЈ. Томе је доприносила велика подршка стручњака који су радили у површинској експлоатацији, која је, већ тада била најважнија

Spasojević, the Head of the Surface Exploitation Laboratory within the existing Department was doc. dr. VukRadević. The main burden of this initiative was carried out by prof. Borislav Spasojević and doc. drVukRadević and members of the special Initiative Committee. Otherwise, the Initiative had a strong support of the leading mining experts who worked in surface exploitation. Bearing the risk that I may leave out some of the names, the greatest contribution to this initiative was given by: Petko Jovanović and NovicaSpasić from Priština, followed by the prof. VinkoRobljek, Nemanja Popović, Mehmed Džindić and ZdravkoVončina from Tuzla, Vladimir Vukmirović from Nikšić, Milan Šerban and MilojeBarjaktarević from Beočin, Miodrag Aćimović and GojkoČolović from Pljevalj, Golub Ćosevski and Slave Kotevski from Macedonia, SvetislavRadivojević from Majdanpek, ČedomirTrajković and SlavoljubIvoš from Kolubara, Kosta Makar from Kostolac, doc. JurijIvanetić from Slovenia, prof. Vladimir Abramović and Milan Božić from Zagreb and Andrija Vraneš and KostaPrstić from Bor.

Establishment of the Surface Exploitation Committee was carried out in 1972 at the First Yugoslav Symposium on Surface Exploitation, which, in the presence of hundreds of participants, took place in Belgrade. At the founding Meeting of the Committee, the draft Statute was read and it was unanimously adopted. Prof Borislav Spasojević was appointed as the first president of the Committee, doc.VukRadević was appointed as the member of the presidency and Slobodan Vujić, the newly appointed assistant on the Faculty of Mining and Geology for the course Design of Open-Pit Mining, was appointed as the first secretary The Surface Exploitation Committee of SITRGMJ quickly reached a high affirmation, and the great personal authority of prof. BorislavaSpasojević, gave a special seal to that affirmation.

The main tasks in the work of the Committee were: organization of Yugoslav symposiums on surface exploitation, participation at symposiums and conferences of SITRGMJ, discussions on the most important status issues of experts in surface exploitation, then on the training of personnel for this field of mining exploitation and, in particular, on the quality participation of surface exploitation at already traditional Polish-Yugoslav symposiums. All these tasks were performed by the Committee with success and it took an increasing leading role in the work of the SITRGMJ. This was achieved with the great support of experts who worked in surface exploitation, which was already the most important mining technology in the mining industry of

рударска технологија у рударству Југославије. Развој југословенске површинске експлоатације на угљу, бокситу, бакарној руди, железној руди, магнезиту, кварцном песку, кречњаку, доломиту и другим неметаличним минералним сировинама, носио је у себи бројне техничке, технолошке, организационе, инвестиционе и кадровске проблеме, на које је требало пружати квалитетне и благовремене одговоре. Због тога је Комитет за површинску експлоатацију постао један од најважнијих стубова у том развоју. Прихваћен од привреде добро организован, постаје место договора о свим стратешким питањима која карактеришу површинску експлоатацију. Почетни ауторитет који је проф. Борислав Спасојевић дао функцији председника Комитета, задржан је до данас, тако да су на челу Комитета били веома афирмисани и цењени стручњаци. Била је заступљена измењивост сваке четири године, а председници су били из скоро свих република ондашње Југославије. После проф. Борислава Спасојевића, председници су били Мехмед Џиндић, мр Коста Прстић, проф. др Радомир Симић, др Миодраг Гомилановић, а сада је проф. др Владимир Павловић.

РАД КОМИТЕТА

Веома је тешко побројати све активности Комитета за површинску експлоатацију, јер је период од његовог оснивања до данас, био испуњен бројним домаћим симпозијумима, научним и стручним конференцијама, стручним расправама, међународним симпозијумима, конференцијама, саветовањима и конгресима, као и бројним струдијским путовањима у земљи и иностранству. О свим овим активностима старало се Председништво Комитета које се састајало веома често, по правилу, на већим површинским коповима широм Југославије.

Главна пажња Комитета је била усмерена на организовање Југословенског симпозијума о површинској експлоатацији. Укупно је одржано осам таквих симпозијума. Први југословенски симпозијум је одржан у Београду 1972, председник организационог комитета био је проф. Борислава Спасојевића, а секретар Слободан Вујић, на симпозијуму је формиран Комитет и изабрано његово прво Председништво.

Други југословенски симпозијум је одржан у Тузли 1975, а трећи у Вараждину 1978. Та прва три симпозијума била су велика покретачка снага, рударски стручњаци у површинској експлоатацији почели су да пишу научне и стручне радове, а расправа и закључци са симпозијума

Yugoslavia. The development of Yugoslav surface exploitation of coal, bauxite, copper ore, iron ore, magnesite, quartz sand, limestone, dolomite and other non-metallic mineral raw materials has contained numerous technical, technological, organizational, investment and personnel problems, for which quality answer should have been provided in a timely manner. That is why the Committee for Surface Exploitation became one of the most important pillars in this development. Accepted and economically well organized, it became a place of agreement on all strategic issues that characterize surface exploitation. The initial authority that prof. Borislav Spasojević gave to the function of the president of the Committee was kept event today, so the heads of the Committee have always been highly affirmed and appreciated experts. The presidents were elected every four years, and they came from almost all republics of former Yugoslavia. After prof. Borislav Spasojević, the presidents were Mehmed Džindić, BA Kosta Prstić, prof. dr. Radomir Simić, dr Miodrag Gomilanović and now the president is prof. dr. Vladimir Pavlović..

WORK OF THE COMMITTEE

It is very hard to list all the activities of the Committee for Surface Exploitation, since the period from its foundation up until today was filled with numerous domestic symposiums, scientific and professional conferences, expert discussions, international symposiums, conferences, consultations and congresses, as well as numerous student trips in the country and abroad. The Presidency of the Committee took care of all of these activities, which met very often, as a rule, on larger open-pit mines throughout Yugoslavia.

The main attention of the Committee focused on the organization of the Yugoslav Symposium on Surface Exploitation. Eight such symposiums were held in total. The first Yugoslav symposium was held in Belgrade in 1972, and the president of the organizational committee was the prof. Borislav Spasojević, and the secretary was Slobodan Vujić; at this symposium the Committee was established and its first Presidency was elected.

The second Yugoslav symposium was held in Tuzla in 1975 and the third in Varaždin in 1978. The first three symposiums were a great driving force, because mining experts in surface exploitation began to write scientific and expert papers, and the discussions and conclusions from the symposium were an important scientific and expert platform for the overall development of surface exploitation. The fourth Yugoslav symposium was held in

били су значајна научна и стручна платформа за укупан развој површинске експлоатације. Четврти југословенски симпозијум, одржан 1981. у Лазаревцу посебно је омогућио да се учесници симпозијума непосредно упознају са стањем радова на Пољу Б и Пољу Д у Колубари, при чему је оцењено да Поље Д представља веома савремен и високопродуктиван површински коп угља. Пети југословенски симпозијум одржан је 1983. у Скопљу, у згради Македонске академије наука и уметности. То је, по општој оцени стручне јавности, био један од најзначајнијих научних и стручних скупова, одржаних те године у Македонији. Уводно излагање је имао Проф. др Вук Радевић, који је аналитички и проблемски изнео читаву лепезу проблема који карактеришу југословенску површинску експлоатацију. Излагање је изазвало велики интерес и штета је што није штампано у зборнику радова са тог симпозијума. Тузла је, 1986. поново организатор ове велике стручне манифестације, а 1989. Седми југословенски симпозијум се одржава у Беочину, са већ уходаним високим организационим стандардима. Осми југословенски симпозијум о површинској експлоатацији, одржан је 1991. у Игалу. Осећао се почетак велике југословенске трагедија, рапидно је био смањен број учесника и број саопштених радова. Главни организатор овог симпозијума били су Владимир Вукмировић, Миодраг Гомилановић и Милутин Кораћ.

Генерализовано може се рећи да је осам одржаних Југословенских симпозијума о површинској експлоатацији представљало смотру стручности у области површинске експлоатације. То су биле велике манифестације, са више стотина учесника, са стотину научних и стручних радова, стручним изложбама и могућношћу да се на једном месту размене искуства, упозна актуелни ниво и техничко-технолошки трендови у површинској експлоатацији. Иза сваког симпозијума остајали су зборници радова, који су на више стотина страница презентовали домаћа и светска искуства и достигнућа. Симпозијуми су имали и свечани карактер, праћени су одговарајућим културним активностима, а у току рада симпозијума одржаване су скупштине Комитета и свечано уручиване повеље заслужним и почасним члановима Комитета.

Веома значајно место у активностима Комитета имали су југословенско-пољски симпозијуми. Мада није сачувана комплетна документација, сматра се да је 1963. дошло до непосредних контаката између Савеза рударских инжењера и техничара Пољске и Савеза инжењера и

1981 in Lazarevac and it made it possible for the participants of the symposium to become directly acquainted with the state of works in Field B and Polje D in Kolubara, where it was estimated that Field D represented a very modern and highly productive coal mine. The fifth Yugoslav symposium was held in 1983 in Skopje in the building of the Macedonian academy of sciences and arts. This, according to the general assessment of the professional public, was one of the most important scientific and expert meetings held that year in Macedonia. The introductory presentation was given by prof. drVukRadević, who analytically and problematically presented the whole range of problems that characterize Yugoslav surface exploitation. His presentation triggered great interest and it is a shame that it was not printed in the collection of texts from this symposium. This huge professional manifestation was again held in Tuzla in 1986, and in 1989 the seventh Yugoslav symposium was held in Beočin, with now already developed high organizational standards. The eight Yugoslav symposium on surface exploitation was held in 1991 in Igalo. The beginning of the great Yugoslav tragedy could be felt, the number of participants was rapidly reduced, as well as the number of papers announced. The main organizers of this symposium were Vladimir Vukmirović, Miodrag Gomilanović and Milutin Korać.

In general, it can be said that the eight held Yugoslav Symposiums on Surface exploitation represented a view of expertise in the field of surface exploitation. These were great manifestations, with hundreds of participants, with hundreds of scientific and professional papers, professional exhibitions and the possibility to exchange experience at one place, to get to know the current level and technical and technological trends in surface exploitation. Behind every symposium, collections of papers remained, which contained hundreds of pages on domestic and international experiences and achievements. The symposiums were also ceremonial in nature, they were followed by appropriate cultural activities, and during the work of the Symposium, the Meetings of the Committee were held and charter were ceremonially given to the deserving honorable members of the Committee.

Yugoslav and Polish symposiums had a very important place in the activities of the Committee. Although the complete documentation has not been preserved, it is believed that in 1963 there were direct contacts between the Association of Mining Engineers and Technicians of Poland and the Association of Engineers and Technicians in mining, geological and metallurgical profession of

техничара рударске геолошке и металуршке струке Југославије. Иницијатори те сарадње били су проф. Бранко Јокановић са Рударско-геолошког факултета Београд и Рабсзтун са Рударско металуршке академије Краков. Први југословенско-пољски симпозијум одржан је 1964. у Београду, захваљујући и подршци коју је дао тој сарадњи ондашњи директор Удружања индустрије угља Катовице Бенон Стране, касније председник Међународног организационог комитета Светског рударског конгреса. Према сећању старијих рударских инжењера Први симпозијум су организовали Б. Костић, Ј. Рабсзтун, Д. Драшкић, Ј. Дудек, М. Драговић, Л. Плута, Г. Тараба, Б. Ковачевић, М. Перишић (први директор Рударског института Београд). На симпозијуму је поднето седам пољских и пет југословенских реферата.

Други пољско-југословенски симпозијум одржан је 1966. у Вроцлову, Болеславцу и Згорзелцу. Било је стотину југословенских учесника, а са Пољске стране преко двеста, број реферата био је знатно већи него на Првом симпозијуму. Главни организатори тог симпозијума били су Гвозден Јовановић из Рударског института Београд, који је у то време радио докторску дисертацију у Пољској, Ј. Дудек и Ј. Лојас. Што се тиче саме површинске експлоатације организатори сарадње у тој области били су, пре свега, др Х. Турала, директор Рударског института у Вроцлаву, велики и осведочени југословенски пријатељ, затим З. Козловски, С. Дроздовски, Р. Удерма, Т. Миерзва, касније М. Пјонтек, потпредседник Савеза рударских инжењера и техничара Пољске, а са југословенске стране Р. Симић М. Џиндић, Н. Поповић, М. Јаковац, Ч. Максимовић, В. Вукмировић, З. Вончина, С. Вујић, К. Прстић, М. Гомилановић, Р. Ђулибрк, З. Чамбер и други.

До 1976. Комитет је на југословенско-пољским симпозијумима учествовао у секцији за површинску експлоатацију, 1976. одржан је симпозијум у Киелцу, у Пољској, у целини посвећен површинској експлоатацији. Такви симпозијуми одржани су касније у Варшави и Вроцлаву у Пољској, а код нас у Дубровнику, Жабљаку и Костолцу. Посебно се издвајају симпозијуми на Жабљаку и у Костолцу. Тема симпозијума на Жабљаку, 1984, била је: „Стање и правци деловања у површинској експлоатацији ради уштеде енергије и материјала“. Из Пољске је било 36, а из Југославије 195 учесника. Сви ми из Југославије, који смо учествовали на тим симпозијумима, уживали смо због могућности да нашим пољским колегама покажемо лепоту

Yugoslavia. The initiators of this cooperation were prof. Branko Jokanović from the Faculty of Mining and Geology in Belgrade and Rabsztyn from the Mining and Metallurgical Academy of Krakov. The first Yugoslav-Polish symposium was held in Belgrade in 1964, thanks to the support given by the then Director of the Association of the coal industry Katowice Benon Strane, who later became President of the International Organizing Committee of the World Mining Congress. According to the memories of the senior mining engineers, the First Symposium was organized by B. Kostić, J. Rabsztyn, D. Draškić, J. Dudek, M. Dragović, L. Pluta, G. Taraba, B. Kovačević, M. Perišić (the first director of the Mining Institute of Belgrade). Seven Polish and five Yugoslav papers were submitted at the symposium.

The second Polish-Yugoslav symposium was held in 1966 in Wrocław, Bolesławec and Zgorzelec. There were hundreds of Yugoslav participants, and over two hundred from the Polish participants, the number of papers was much higher than at the First Symposium. The main organizers of this symposium were Gvozden Jovanović from the Mining Institute of Belgrade, who at that time worked on his doctoral dissertation in Poland, J. Dudek and J. Lojas. When it comes to the surface exploitation itself, the organizers of the cooperation in that area were, first of all, dr. H. Turala, the director of the Mining Institute in Wrocław, a great and proven friend of Yugoslavia, then Z. Kozlovski, S. Drozdowski, R. Uderma, T. Mierzwa, later M. Pjontek, the vice president of the Association of mining engineers and technicians of Poland, and from the Yugoslav side R. Simić M. Džindić, N. Popović, M. Jakovac, Č. Maksimović, V. Vukmirović, Z. Vončina, S. Vujić, K. Prstić, M. Gomilanović, R. Ćulibrk, Z. Čamber, etc.

Until 1976 The Committee participated in the Yugoslav-polish symposiums in surface exploitation section. In 1976, a symposium was held in Kielce, Poland, which was as a whole devoted to surface exploitation. Such symposiums were later held in Warsaw and Wrocław in Poland, and in our regions in Dubrovnik, Žabljak and Kostolac. Symposiums in Žabljak and Kostolac are especially distinguished. The topic of the symposium in Žabljak, in 1984, was: "Condition and directions of activities in surface exploitation for the purposes of energy and material savings". There were 36 participants from Poland and 195 participants from Yugoslavia. All of us from Yugoslavia, who participated in these symposiums, enjoyed the opportunity to show our Polish colleagues the beauty of Žabljak, which looked wonderful in the sun. Every single free moment we used for walking together, for visiting

Жабљака, који је обасјан сунцем деловао чудесно. Сваки слободан тренутак смо користили за заједничке шетње, за обилазак предивних планинских језера, за дисање пуним плућима. Сигурни смо да ће наше пољске колеге боравак на Жабљаку памтити као несвакидашњи догађај, са изузетно квалитетном организацијом. Обавеза је, тога ради истаћи велики допринос организацији симпозијума председника Организационог одбора Миодрага Аћимовића, и колега Миодрага Гомилановића и Владимира Вукмировића, тада председника СИТРГМЈ.

Југословенско-пољски симпозијум одржан у Костолцу, 1989, такође изузетно организован, за тему је имао: „Примена рачунарске технике у површинској експлоатацији минералних сијровина“. Својим порукама, писаним материјалима, нарочито традиционалном пријатељском атмосфером, овај симпозијум ће остати трајно забележен у историји сарадње рударских инжењера Пољске и Југославије. Терет организације поднели су директор РБ Костолац Мирослав Јанковић, Драгомир Драгомировић, Часлав Шановић, Миливоје Макар, Владислав Ликар, Драгослав Јанићијевић, Коста Прстић, председника Организационог одбора и Јонела Керчуља из Мајдапека. Сарадња рударских стручњака Пољске и Југославије прекинута је 1992. пред одржавања симпозијума у Вроцлаву, за који је Комитет за површинску експлоатацију штампао Зборник радова, нажалост радови нису излагани.

Осим југословенских симпозијума о површинској експлоатацији и пољско-југословенског симпозијума, Комитет за површинску експлоатацију је био активан учесник Конференције о кадровима у рударству, геологији и металургији, одржане 1979. у Шибенику. Саветовања о научним и техничко-технолошким истраживањима у геологији, рударству и металургији, одржаном 1980. у Неуму и Коференције о стратегији научно технолошког развоја у геологији, рударству и металургији Југославије, одржаној 1988. у Опатији. Посебно треба истаћи доприносе Комитета у раду 11. Светског рударског конгреса, одржаног 1982. у Београду. Огroman терет изванредне организације поднео је проф. др Радомир Симић са члановима Комитета за површинске експлоатацију (опаска Редакције).

Амбиције у погледу међународне сарадње Комитета биле су велике. Планирани су заједнички симпозијуми са колегама из СССР-а, Грчке, Аустрије, Чехословачке и Бугарске. Реализован је један југословенско-чехословачки симпозијум, 1990. у Тузли и један совјетско-југословенски симпозијум, одржан 1991. у Москви.

beautiful mountain lakes, and for breathing with full lungs. We are sure that our Polish colleagues will remember the stay in Žabljak as an unusual event, whose organization was of excellent quality. Thus, it is our obligation to point out to the great contribution of the President of the Organizing Committee, Miodrag Aćimović, to the organization of the symposium, as well as of his colleagues Miodrag Gomilanović and Vladimir Vukmirović, the former President of the SITRGMJ.

The Yugoslav-Polish symposium held in Kostolac in 1989 was also exceptionally organized, with the theme: “Application of computer technology in surface exploitation of mineral raw materials”. With its messages, written materials, especially the traditional friendly atmosphere, this symposium will remain permanently recorded in the history of cooperation between the mining engineers of Poland and Yugoslavia. The burden of the organization was carried by the director of RB Kostolac Miroslav Janković, Dragomir Dragomirović, Časlav Šanović, Milivoje Makar, Vladislav Likar, Dragoslav Janicijević, Kosta Prstić, president of the Organizing Committee and Jonel Kerčulja from Majdapek. Cooperation between the mining experts of Poland and Yugoslavia was terminated in 1992 before the Symposium in Wrocław, for which the Committee for Surface Exploitation published a Collection of Works, yet unfortunately, the works were not exhibited.

In addition to the Yugoslav Symposium on Surface Exploitation and the Polish-Yugoslav Symposium, the Committee for Surface Exploitation was an active participant in the Conference on Personnel in Mining, Geology and Metallurgy, held in 1979 in Šibenik. Consultations on scientific and technical-technological researches in geology, mining and metallurgy, were held in Neum in 1980 and the Conference on the Strategy of Scientific and Technological Development in Geology, Mining and Metallurgy of Yugoslavia, was held in 1988 in Opatija. In particular, we should point out the Committee's contributions in work of the 11th World Mining Congress, held in 1982 in Belgrade. The enormous burden of extraordinary organization was carried by prof. dr. Radomir Simić, with the members of the Committee for Surface Exploitation (note of the Editorial staff).

The ambitions regarding the international cooperation of the Committee were huge. Joint symposiums were planned with colleagues from the USSR, Greece, Austria, Czechoslovakia and Bulgaria. A Yugoslav-Czechoslovak symposium was held in 1990 in Tuzla and one Soviet-Yugoslav symposium was held in 1991 in Moscow.

Када се говори о раду Комитета не могу се заобићи бројна студијска и информативна стручна путовања у Пољску, Грчку, Аустрију, Чехословачку, Мађарску и Италију.

После растурања СР Југославије, између 1992. и 2012. одржано је девет Међународних конференција о површинској експлоатацији у организацији Савеза инжењера рударства и геологије, Комитета за површинску експлоатацију и Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

ЗАПАЖАЊА И ОЦЕНА

Осећали смо се као једна велика сложна породица која удружује рударске стручњаке у тежњи за новим знањима, новим пријатељима и новим техникама и технологијама. Било је, наравно, све много лакше него данас. Имали смо добре радне услове, савремену опрему, велики углед у свету и добру материјалну основу. Знали смо да површинска експлоатација, и ако пројектована на најсавременијим техничким сазнањима, мора непрекидно да се бори против технолошког заостајања и да се ефикасно прилагођава интегралној индустријској трансформацији. Осећали смо да ће у центру те нове технолошке структуре бити знање, које уз оптимално познавање радне средине и присутан пораст снаге рударске технике мора битно да се ослања на компјутер, информацију, аутоматско управљање процесима и оптимално скраћење непродуктивног празног производног хода. Трагали смо за решењима која ће развој површинске експлоатације усагласити са новим полазиштима у чијој су основи електроника, микропроцесори па и нови материјали. Због таквог развојног концепта Комитет нам је био неопходан и ми смо његове активности максимално користили.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зборници радова Југословенског симпозијума за површинску експлоатацију.
2. Белешке и лична документација аутора.

Whentalking about the work of the Committee, we cannot fail to mention numerous studies and informational professional trips to Poland, Greece, Austria, Czechoslovakia, Hungary and Italy.

After the disintegration of the FR of Yugoslavia, between 1992 and 2012, nine International Conferences on Surface Exploitation were organized by the Association of Engineers in Mining and Geology, the Committee for Surface Exploitation and the Mining and Geological Faculty of the University of Belgrade.

REMARKS AND ASSESSMENT

We felt like a large, happy family that brings together mining experts in the pursuit of new knowledge, new friendships and new techniques and technologies. Of course, everything was much easier than it is today. We had good working conditions, contemporary equipment, great reputation in the world and good material foundation. We knew that surface exploitation, although designed on the latest technical knowledge, must constantly fight against technological lag and effectively adapt to an integrated industrial transformation. We felt that knowledge will be in the center of this new technological structure, which, with an optimal knowledge of the working environment and the increased presence of the power of mining techniques, has to rely heavily on computer, information, automatic process control and optimal shortening of unproductive empty production strokes. We searched for solutions that will harmonize the development of surface exploitation with new starting points based on electronics, microprocessors and new materials. Because of this development concept, we needed the Committee and we used its activities to the maximum.

REFERENCES

1. Collection of papers of the Yugoslav symposium for surface exploitation.
2. Notes and personal documentation of the author.

ЗНАЧАЈНИЈИ ДОГАЂАЈИ

SIGNIFICANT EVENTS

ДОДЕЛА ПРИЗНАЊА АКАДЕМИЈЕ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ, БЕОГРАД, 2 ЈУНИ 2017. Повеља „Академик Љубомир Клерић“ за научно и инжењерско дело у геологији уручена је др Ивану Антићу, а академику Владану Ђорђевићу за научно и инжењерско дело у системским наукама и за подршку и допринос лексикографији српског рударства и геологије.

Повеља „Проф. др Димитрије Антула“ за врхунска инжењерска остварења у рударству уручена је проф. др Слободану Вујићу, за врхунска инжењерска остварења у геологији Радосаву Пантићу, дипл. инж. геологије и проф. др Синиши Боровићу за врхунска остварења у системском инжењерству.



AWARD OF THE ACADEMY OF ENGINEERING SCIENCES OF SERBIA, BELGRADE, JUNE 2, 2017. Charter „Academician Ljubomir Klerić“ for scientific and engineering work in geology was presented to Dr. Ivan Antić, and academician Vladan Djordjević for scientific and engineering work in system sciences and for the support and contribution to the lexicography of Serbian mining and geology.

Charter “Prof. Dr. Dimitrije Antula” for top engineering works in mining was awarded prof. Dr. Slobodan Vujić, for top engineering engineering in geology Radosav Pantić, B.Sc.Eng. geology and prof. Dr. Siniša Borović for top achievements in system engineering.

Приредио / Edited by: Svetomir Maksimović

МЕЂУНАРОДНИ СИМПОЗИЈУМ РУДАРСТВО И ГЕОЛОГИЈА ДАНАС, одржан у Београду 18-20. септембра 2017, организатори Рударски институт Београд, Балканска академија рударских наука и Академија инжењерских наука Србије. У Зборнику радова на 418 страна публикован 41 рад, 108 аутора из 10 земаља.



INTERNATIONAL SYMPOSIUM MINING AND GEOLOGY TODAY, held in Belgrade 18-20. September 2017, organizers Mining Institute Belgrade, Balkan Academy of Mining Sciences and Academy of Engineering Sciences of Serbia. In the Proceedings of the 418 pages published 41 papers, 108 authors from 10 countries.

Приредио / Edited by: Svetomir Maksimović

VII БАЛКАНСКИ РУДАРСКИ КОНГРЕС, одржан 11-13. октобра 2017 у Приједору, Република Српска Босна и Херцеговина, организатор Рударски факултет Приједор Универзитета у Бањој Луци. У Зборнику радова, у два тома на 662 страна публиковано 87 радова, 221 аутор из 15 земаља.



VII BALKAN MINING CONGRESS, Held 11-13. October 2017 in Prijedor, Republic of Srpska Bosnia and Herzegovina, organizer of the Faculty of Mining Prijedor University in Banja Luka. In the Proceedings of the papers in two volumes on the 662 page published 87 papers, 221 authors from 15 countries.

Приредио / Edited by: Svetomir Maksimović

БАЛКАНСКА АКАДЕМИЈА РУДАРСКИХ НАУКА – ИЗБОРИ, У вишестепеној изборној процедури, 7. септембра 2017. године у Београду изабрани су, а на свечаности отварања VII Балканског рударског конгреса 11. октобра 2017. године у Приједору промовисани нови чланови Балканске академије рударских наука.

Редовни чланови: Академик проф. др Александар Грубић, Србија; Емеритус проф. др Надежда Ђалић, Србија; др Милинко Радосављевић, Србија; др Светомир Максимовић, Србија; проф. др Венцислав Иванов, Бугарска; проф. др Љубен Тотев, Бугарска; др Илија Гарков, Бугарска; проф. др Зоран Десподов, Македонија; проф. др Дејан Мираковски, Македонија; др Марјан Худеј, Словенија.

Почасни чланови: Академик проф. др Николај Н. Мељников, Русија; Академик проф. др Валентин А. Чантурија, Русија.

Придружени чланови: Благоје Спасковски, Србија; Драгомир Драганов, Бугарска.



BALKAN ACADEMY OF MINING SCIENCES – ELECTIONS, In the multistage electoral procedure, on September 7, 2017 in Belgrade, they were elected, and at the opening ceremony of the VII Balkan Mining Congress on October 11, 2017, new members of the Balkan Academy of Mining Sciences were promoted in Prijedor.

Full members: Academician Prof. Dr. Aleksandar Grubić, Serbia; Emeritus Prof. Dr. Nadežda Čalić, Serbia; Dr. Milinko Radosavljević, Serbia; Dr. Svetomir Maksimović, Serbia; Prof. Dr. Venzislav Ivanov, Bulgaria; Prof. Dr. Lyuben Totev, Bulgaria; Dr. Iliya Garkov, Bulgaria; Prof. Dr. Zoran Despodov, Macedonia; Prof. Dr. Dejan Mirakovski, Macedonia; Dr. Marjan Hudej, Slovenia.

Honorary members: Academician Prof. Dr. Nikolai N. Melnikov, Russia; Academician Prof. Dr. Valentin A. Chanturiya, Russia.

Joined members: Blagoje Spaskovski, Serbia; Dragomir Draganov, Bulgaria.

Приредио / Edited by: Slobodan Vujić

VIII БАЛКАНСКИ РУДАРСКИ КОНГРЕС, На седници Међународног координационог комитета Балканског рударског конгреса, 10. октобра 2017. године у Приједору, Република Српска Босна и Херцеговина, поверена је организација VIII Балканског рударског конгреса Рударском институту Београд, 2020. године.

VIII BALKAN MINING CONGRESS, At the meeting of the International Coordination Committee of the Balkan Mining Congress, on October 10, 2017 in Prijedor, Republic of Srpska Bosnia and Herzegovina, a decision was made to entrust the organization of the VIII Balkan Mining Congress to the Mining Institute Belgrade, 2020.

Приредио / Edited by: Svetomir Maksimović

ПРЕЗИДИЈУМ РУСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА, Москва, 28. новембар 2017. Председник Руске академије наука академик Сергев Александар Михајлович, на заседању Президијума, уручио је диплому иностраног члана Руске академије наука проф. др Слободану Вујићу, помоћнику директора за науку Рударског института Београд.



PRESIDIUM OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE, Moscow, November 28, 2017 President of the Russian Academy of Sciences academician Sergev Alexander Mihaylovich, at the meeting of the Presidium, awarded the diploma of a foreign member of the Russian Academy of Sciences to Prof. Dr. Slobodan Vujić, deputy director for science of the Mining Institute Belgrade

Приредио / Edited by: Svetomir Maksimović

КЊИГЕ / BOOKS

ЕДИЦИЈА ЖИВОТ И ДЕЛО СРПСКИХ НАУЧНИКА. Српска академија наука и уметности (САНУ) већ више од 20 година издаје серију књига посвећену нашим најистакнутијим научницима из прошлости који су се бавили природним наукама. Идеја за овај не мали подухват потекла је од академика Милоја Р. Сарића (1925-2002) 1992. год. када је и основан *Одбор за проучавање живота и рада научника у Србији и научника српског порекла*, чији је први председник био управо академик Сарић. Одбор је пуне четири године радио вредно и предано на прикупљању релевантног материјала и састављању списка научника о којима би у будућности требало писати. Тај иницијални списак је садржао нешто преко 200 научника из области природно-математичких, техничких и медицинских наука, који су резултатима свога рада, својим утицајем на развој научне мисли у нашој средини и подизањем угледа земље у међународној научној јавности, завредели трајни помен у историји наше науке и културе уопште. После смрти академика Сарића, на месту председника Одбора наследио га је академик Владан Д. Ђорђевић.

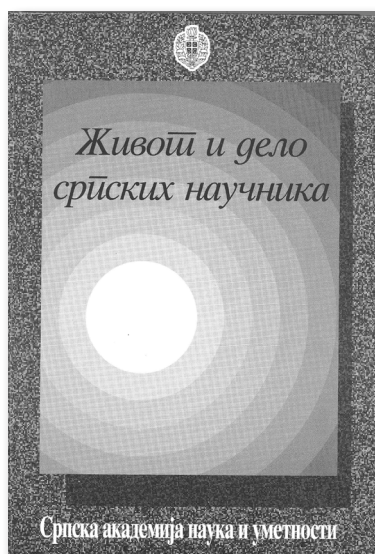
Прва књига Едиције изашла је 1996. год., а до сада је издато 15 књига. У њима су на око 8500 страница обрађене животне и радне биографије 186 научника који су се бавили поменутиим научним дисциплинама, са пуним библиографским подацима. Њима су обухваћени и научници који нису били чланови САНУ. Има их скоро 40%. Издате су такође и две посебне књиге (једна после десете књиге, а друга после петнаесте) које

EDITION LIVES AND WORK OF THE SERBIAN SCIENTISTS. For more than 20 years, the Serbian Academy of Sciences and Arts (SASA) has been publishing a series of books dedicated to our most prominent scientists from the past who were engaging in natural sciences. The idea for this not-so-small venture came from academician Miloje R. Sarić (1925-2002) in 1992 when the *Committee for the Study of*

Lives and Work of Scientists in Serbia and Scientists of Serbian Origin was established with academician Sarić as its first chairman. For four years, the Committee worked hard in a committed manner to collect relevant material and compile a list of scientists that should be written about in the future. This initial list contained around 200 scientists from the field of natural and mathematical, technical, and medical sciences who, by their influence on the development of scientific thought in our midst and by raising the reputation of the country in the international scientific community, have merited a lasting commemoration in the history of our science and culture in general.

After the death of academician Sarić, academician Vladan D. Đorđević succeeded to the chairmanship of the Committee.

The first book of the Edition came out in 1996, and 15 books have been published so far. About 8500 pages of the books review the life and work biographies of 186 scientists who were engaged in the aforementioned scientific disciplines, with full bibliographic data. The books also include scientists who were not members of the SASA. They make up almost 40%. Two special books were also published (one after the tenth book, and the other after the fifteenth) containing only summaries in English and portraits of



су садржале само сажетке на енглеском језику и портрете научника. По нашем сазнању ова посебна издања значајно доприносе повећању интересовања за већ објављеним материјалом, и то како код читалаца у земљи, тако и код читалаца у иностранству. Поред сажетака и портрета, ове књиге садрже и низ корисних додатака у којима су научници разврстани по години рођења, области рада, и сл., а такође су наведени и основни подаци о ауторима који су о њима писали.

Код нас је и раније писано о појединим научницима, најчешће поводом значајних годишњица рођења или смрти, или обележавања годишњица установа у којима су радили, али то је чињено доста спорадично и неуједначено. Било је и озбиљнијих подухвата, какав је на пр. био подухват професора Владимира Шолаје који је пре доста година издао серију књига под називом-*Путеви инжењерства у Србији*. Међутим, као што то и само име каже, серија се односила само на техничке науке код нас, а не и на остале области. Према томе, осећала се истинска потреба да се проучавању живота и рада српских научника приступи озбиљно и темељно. То се управо и чини у овој Едицији. Брижљиво се бира аутор сваког чланка. То је најчешће неко ко је потекао из „школе“ научника о коме се пише, његов докторант и сл. По потреби, он успоставља везу са потомцима научника, ако постоје, да би од њих добио неке карактеристичне детаље из његовог живота, фотографије и др. При писању посебну пажњу посвећује конкретним научним доприносима научника и одјеку којег су они имали код нас и у свету. Сваки чланак се завршава комплетном библиографијом научника, а такође и списком претходних написа о њему, ако постоје. Приликом ангажовања аутор од Одбора добија детаљно упутство о писању чланака у Едицији, које му помаже да његов чланак прође кроз процес рецензије са што мање примедби.

Судећи по интересовању јавности ова Едиција је допринела повећању интересовања за историју наше науке, и то не само када су у питању природне науке, него и хуманитарне науке, књижевност, уметност. Наиме, није искључено да ће се у догледно време појавити сличне серије књига које би покриле и остале, овде побројане области. Што се тиче рада Одбора који се бави природним наукама, он је већ припремио материјал за 16. књигу која се налази у штампи и увелико ради на припреми материјала за 17. књигу.

Приредио: Академик Владан Ђорђевић

scientists. According to our knowledge, these special editions significantly contribute to the increase of interest in the already published material, both of the readers in the country and the readers abroad. In addition to summaries and portraits, these books contain a number of useful supplements in which scientists are classified by year of birth, field of work, etc., and which also provide basic information about the authors who wrote about them.

It was written about individual scientists in our country before, most often on the occasion of significant anniversaries of birth or death, or marking the anniversaries of institutions in which they worked, but this was done quite sporadically and unevenly. There were also more serious undertakings, such as the one of Professor Vladimir Šolaja, who published a series of books titled *Roads of Engineering in Serbia* many years ago. However, as the name implies, the series concerned only technical sciences, not the other fields. Therefore, there was a genuine need to approach the study of lives and work of Serbian scientists seriously and thoroughly. This is exactly what this edition deals with. The author of each article is carefully chosen. It is most often someone who comes from the “school” of the scientist he/she writes about, his PhD student, and so on. If necessary, the author connects with the descendants of the scientist, if any, to obtain some specific details of his life, some photos, etc. In writing, the author devotes special attention to scientific contributions of the scientist and their echo that sounded in our country and in the world. Each article ends with a complete bibliography of the scientist, as well as a list of previous articles written about him, if any. During the engagement, the author receives detailed instructions on writing articles in the Edition from the Committee, which helps the article to go through the review process with as few remarks as possible.

Judging by the public interest, this Edition has contributed to increasing interest in the history of our science when it comes to not only natural sciences but also humanitarian sciences, literature, art. Namely, it is not excluded that similar series of books will be published in the foreseeable future to cover other fields listed herein. As for the work of the Committee dealing with natural sciences, it has already prepared the material for the 16th book which is in press and is largely working on the preparation of material for the 17th book.

Edited by: Academician Vladan Djordjević

М. Радосављевић, МЕЂУНАРОДНИ СТАНДАРДИ У РУДАРСТВУ СРБИЈЕ – У ФУНКЦИЈИ ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА МЕНАЏМЕНТА, Рударски институт Београд, Балканска академија рударских наука, Академија инжењерских наука Србије, ISB 978-86-82673-12-5(PI), DOI 10.25075/MO2017.01, Београд, 2017, 126 стр. Монографија у којој су приказани резултати истраживања настали током израде докторске дисертације. То је прво монографско дело на српском језику и једно од ретких у свету које истражује и анализира функције интегрисаних система менаџмента и међународних стандарда у рударству. Материја је у књизи садржајно подељена у пет поглавља: Синергија рударства и интегрисаних система менаџмента, међународни стандарди у рудницима Србије, процесни алгоритам хибридне структуре за интегрисани надзор и управљање у рудницима, у петом поглављу сумирани су резултати истраживања, дата оцена и предлог даљих истраживања на предметном пољу.

Приредила: Светлана Полавдер

M. Radosavljević, INTERNATIONAL STANDARDS IN MINING OF SERBIA – IN THE FUNCTION OF THE INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM, Mining Institute Belgrade, Balkan Academy of Mining Sciences, Academy of Engineering Sciences of Serbia, ISB 978-86-82673-12-5(PI), DOI 10.25075/MO2017.01, Belgrade, 2017, 126 p. A monograph showing the results of the research done during the preparation of the doctoral dissertation. It is the first monograph in the Serbian language and one of the few in the world that explores and analyzes the functions of integrated management systems and international standards in mining. The material is divided into five sections in the book: Synergy of mining and integrated management systems, international standards in Serbian mines, process algorithm hybrid structure for integrated monitoring and management in mines, in Chapter 5 summarized the results of research, data assessment and proposal of further research on subject field.

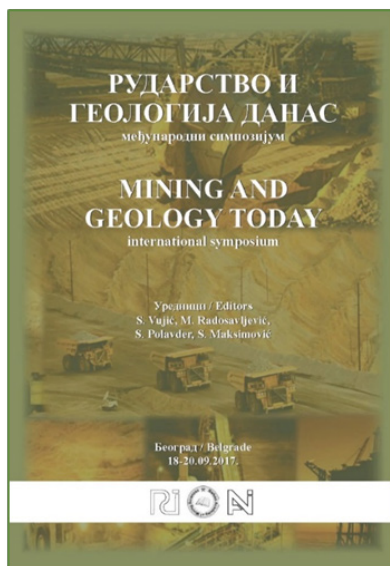
Edited by: Svetlana Polavder



ЗБОРНИК РАДОВА МЕЂУНАРОДНОГ СИМПОЗИЈУМА РУДАРСТВО И ГЕОЛОГИЈА ДАНАС, CIP 55(082), 622(082), COBISS.SR-ID 244649484, DOI префикс 10.25075/SI.2017, организатори и издавачи Рударски институт Београд, Балканска академија рударских наука, Академија инжењерских наука Србије, Извршни организатор и издавач Рударски институт Београд, ISBN 978-86-82673-13-2 (RI), 418 стране. Штампање књиге омогућили су Рударски институт Београд, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Huesker Synthetic GMBH, Germany.

Уредници академик Слободан Вујић, др Милинко Радосављевић, др Светлана Полавдер, др Светомир Максимовић.

BOOK OF WORKS OF INTERNATIONAL SYMPOSIUM MINING AND GEOLOGY DAYS, CIP 55 (082), 622 (082), COBISS.SR-ID 244649484, DOI prefix 10.25075 / SI.2017, organizers and publishers Mining Institute Belgrade, Balkan Academy of Mining Sciences, Academy of Engineering Science of Serbia, Executive organizer and publisher Mining Institute Belgrade, ISBN 978-86-82673-13-2 (RI), 418 pages. The printing of the book was made possible by Mining Institute Belgrade, the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia and Huesker Synthetic GMBH, Germany Editors academician Slobodan Vujic, dr Milinko Radosavljevic, dr Svetlana Polavder, dr Svetomir Maksimovic.



Симпозијум је одржан 18-20 септембра 2017. године у Београду. Теме симпозијума односиле су се на примену нових технологија у рударству и геологији, сагледавање и примена нових достигнућа у области заштите животне средине, коришћење нових технолошких поступака у третирању опасних материја, развој нових софтверских решења у геологији, економику рударске производње и актуелану законску регулативу. Објављен је 41 рад, 108 аутора из 10 земаља.

Приредио: Владан Чановић

The symposium was held on September 18-20, 2017 in Belgrade. The topics of the Symposium related to the application of new technologies in mining and geology, the examination and implementation of new achievements in the field of environmental protection, the use of new technological procedures in the treatment of hazardous substances, the development of new software solutions in geology, the economics of mining and current legislation. There are 41 papers published, 100 authors from 10 countries.

Edited by: Vladan Čanović

ЗБОРНИК РАДОВА VII БАЛКАНСКОГ РУДАР-СКОГ КОНГРЕСА, Књига I и II, ISSN 2566-3313, DOI префикс 10.7251/BMC17070, издавачи Универзитет у Бања Луци, Рударски факултет у Приједору и Рударски институт Београд. Књига I, ISBN 978-99955-681-7-7 (Faculty of Mining), 382 стране. Књига II, ISBN 978-99955-681-8-4 (Faculty of Mining), 280 страна. Уредници академик Слободан Вујић, проф. др Владимир Малбашић, технички уредник проф. др Лазар Стојановић.

Конгрес је одржан 11-13 октобра 2017. године у Приједору. Организатори Универзитет у Бања Луци, Рударски факултет у Приједору, Балканска Академија рударских наука, Академија наука и умјетности Републике Српске и Савез инжењера рудара и геолога Републике Српске. Теме конгреса односиле су се на експлоатацију минералних сировина и рударске технолошке процесе, геолошке делатности и економику минерално-сировинског комплекса, системско инжењерство, ризике, менаџмент и савремене трендове као и логистичке процесе и еколошке ефекте. У Зборнику радова два тома на 662 стране, публиковано је 87 радова, 221 аутор из 15 земаља.

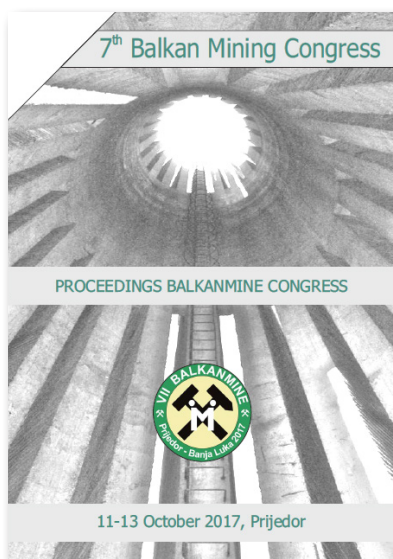
Приредила: Јасмина Нешковић

BOOK OF PROCEEDINGS VII BALKAN MINING CONGRESS - BALKAN MINING FOR THE FRIENDSHIP AND PROGRESS, Volume I and II, ISSN 2566-3313, DOI prefix 10.7251 / BMC17070, publishers University of Banja Luka, Mining Faculty in Prijedor and Mining Institute Belgrade. Book I, ISBN 978-99955-681-7-7 (Faculty of Mining), 382 pages. Book II, ISBN 978-99955-681-8-4 (Faculty of Mining), 280 pages. Editors academician Slobodan Vujić, prof. Dr. Vladimir Malbašić, technical editor, prof. Dr. Lazar Stojanović.

The Congress was held on October 11-13, 2017 in Prijedor. Organizers University of Banja Luka, Faculty of Mining in Prijedor, Balkan Academy of Mining Sciences, Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, and Union of miners and geologists of Republika Srpska. The topics of the congress were related to the exploitation of mineral resources

and mining technological processes, geological activities and economics of the minerals and raw materials complex, system engineering, risks, management and contemporary trends as well as logistic processes and environmental effects. Proceedings of the papers in two volumes on the 662 page published 87 papers, 221 authors from 15 countries

Edited by: Jasmina Nešković



НАУЧНИ И СТРУЧНИ СКУПОВИ
 SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL MEETINGS

Најава / Announce

РУДАРСТВО И ГЕОЛОГИЈА ДАНАС
 MINING AND GEOLOGY TODAY
 II МЕЂУНАРОДНИ СИМПОЗИЈУМ / II INTERNATIONAL SYMPOSIUM
 БЕОГРАД / BELGRADE
 1 – 2.12.2018.

ОРГАНИЗАТОРИ / ORGANIZERS



РУДАРСКИ
 ИНСТИТУТ
 БЕОГРАД / MINING
 INSTITUTE BELGRADE



АКАДЕМИЈА
 ИНЖЕЊЕРСКИХ
 НАУКА СРБИЈЕ
 ACADEMY OF
 ENGINEERING
 SCIENCES OF SERBIA



БАЛКАНСКА
 АКАДЕМИЈА
 РУДАРСКИХ НАУКА
 BALKAN ACADEMY
 OF MINING SCIENCE



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,
 НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ
 РАЗВОЈА / MINISTRY OF
 EDUCATION, SCIENCE
 AND TECHNOLOGICAL
 DEVELOPMENT



ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА
 СРБИЈЕ / ELECTRIC
 POWER INDUSTRY
 OF SERBIA

У намери успостављања делотворног дијалога о актуелним проблемима, научним, стручним, иновационим и производним токовима и трендовима у рударству и геологији, Рударски институт из Београда са Одељењем рударских, геолошких и системских наука Академије инжењерских наука Србије, Балканском академијом рударских наука, Министарством просвете, науке и технолошког развоја и Електропривредом Србије организује међународни научни скуп “Рударство и геологија данас”. Жеља је да симпозијум постане постојана спона повезивања стручњака балканских и других земаља, ради дијагностике и оцјене стања, представљања резултата, размене искустава и знања, упознавања идеја и иновација у рударству и геологији. Ови су циљеви остварљиви заједничким деловањем, те са задовољством позивамо да намеру подржите учествовањем у припреми и раду симпозијума, а компаније позивамо да постану партнери симпозијума

With the aim of establishing an efficient dialogue on current problems, scientific, professional, innovation- al and manufacturing developments and trends in mining and geology, the Mining Institute in Belgrade, along with the Mining and Geological Engineering Department of the Academy of Engineering Sciences of Serbia, Balkan Academy of Mining Sciences, Ministry of Education, Science and Tehnological Development and Electric power industry of Serbia organizes the international scientific assembly “Mining and Geology Today”. Our wish is for the Symposium to become a stable link, connecting experts from the Balkan and other countries, with a view to establishing the diagnostics and evaluation of the state, presenting results, exchanging experiences and knowledge, introducing ideas and innovations in mining and geology. These goals are accomplishable by joint efforts; therefore, it is our pleasure to invite you to support our intention by participating in the preparation and work of the Symposium, and we invite the companies to become partners of the Symposium.

КОНТАКТ И АДРЕСА / CONTACT & ADDRESS

др Светлана Полавдер / dr Svetlana Polavder, tel. + 381 11 21 92 479

Адреса / adress: Rudarski institut, Batajnički put 2, 11080 Beograd

Е-адреса / e-mail: rgd@ribeograd.ac.rs

VIII Балкански Рударски Конгрес

VIII BALKAN MINING CONGRESS

РЕПУБЛИКА СРБИЈА / REPUBLIC OF SERBIA
2020.



ОРГАНИЗАТОРИ / ORGANIZERS



БАЛКАНСКА АКАДЕМИЈА
РУДАРСКИХ НАУКА
BALKAN ACADEMY OF
MINING SCIENCE



РУДАРСКИ
ИНСТИТУТ
БЕОГРАД
MINING INSTITUTE
BELGRADE



АКАДЕМИЈА
ИНЖЕЊЕРСКИХ
НАУКА СРБИЈЕ
ACADEMY OF ENGINEERING
SCIENCES OF SERBIA

Председник Организационог комитета

Chairman of the Organizing Committee

Dr. Milinko Radosavljević

ИНФОРМАЦИЈЕ / INFORMATION

<http://ribeograd.ac.rs>; e-mail: bmc@ribeograd.ac.rs; tel. +381 11 21 92 479



APCOM 2019:

Mining Goes Digital

Примена рачунара и операционих истраживања у индустрији минерала

Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry,

Пољска - Вроцлав

Poland - Wroclaw

04-06.06.2019.

Hereby MineTronics, Wroclaw University of Science and Technology, Faculty of Geo-Engineering, Mining and Geology, KGHM Cuprum and the Mining Committee of Polish Academy of Sciences (PAN) are announcing the 39th APCOM (Application Of Computers And Operations Research In The Mineral Industry) conference to be performed on June 04 – 06, 2019 in Wroclaw under the headline: Mining Goes Digital.

КОНТАКТ / CONTACT

<https://apcom.info/>; e-mail: pcybulska@mt-silesia.com

tel. +48 71 798 1607



XXIX
IMPC 2018
SEPTEMBER, 15-21, 2018
MOSCOW, RUSSIA



XXIX МЕЂУНАРОДНИ КОНГРЕС О
ПРИПРЕМИ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА

THE XXIX INTERNATIONAL MINERAL
PROCESSING CONGRESS



МОСКВА – РУСИЈА / MOSCOW- RUSSIA
Светски трговински центар / World trade center
15-21. 09. 2018.

КОНТАКТИ / CONTACTS

International Agency of Congress Management «МАКО»
+7 (499) 705-79-25
info@impc2018.com

Председник / Chairman
Valentin Chanturiya
chairman@impc2018.com

Програмски комитет
Program Committee
Tamara Matveeva
program@impc2018.com

Организациони комитет
Organizing Committee
Andrey Kozlov
org@impc2018.com

ВАЖНИ ДАТУМИ У 2018. / IMPORTANT DATES IN 2018.

Рок за достављање радова / Deadline of Article Submission: 01.03.2018

Оцена радова / Article Expertise: 01.05.2018.

СЕЋАЊЕ / IN MEMORIAM



Вук Радевић, (Цетиње, 28.8.1930 – Београд, 22.9.2011), дипл. инж. рударства, др техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, истакнути стручњак и један од оснивача српске школе за површинску експлоатацију минералних сировина. Школовао се у Подгорици. Студије рударства завршио је 1959. на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. Током студирања као активни спортиста био је репрезентативац у великом рукомету. Докторску дисертацију са темом из површинске експлоатације *Границе рационалне дубине површинске експлоатације лигнита у Југославији* одбранио је 1965. на матичном факултету пред комисијом у саставу професора: Боривоје Миладиновић, Макс Штрајхер и Велимир-Веца Милутиновић.

После завршених студија запослио се на Рударско-геолошком факултету у Београду као асистент на предмету *Пројектовање рудника – површинско* (предмет је 1973. преименован у *Пројектовање површинских копова*), за доцента је биран 1966, у звање ванредног професора 1973. а за редовног професора 1984. Пензионисан је 1995.

Унапређењу школе рударског инжењерства и сталаном осавремењавању високог образовања рударских стручњака дао је велики допринос. Покретањем (1968), уређивањем и ангажовањем у техничкој припреми и издавању јединственог часописа у то време *Зборника* (научних и стручних) *радова студената Рударско-геолошког факултета у Београду*, по-

Vuk Radević, (Cetinje, 8/28/1930 - Belgrade, 9/22/2011), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade, renowned expert and one of the founders of the Serbian school of Surface Mining. Studied in Podgorica. He finished mining studies in 1959 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade. During his studies, as active sport player, he was a representative in big handball. He defended his doctoral dissertation about surface mining titled *The limits of the rational depth of surface exploitation of lignite in Yugoslavia* in 1965 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade before the commission which composed of the following professors: Borivoje Miladinović, Max Streicher and Velimir-Veca Milutinović.

After completing his studies, he started working at the Faculty of Mining and Geology in Belgrade as assistant professor for the course *Mine Design - surface* (the course was renamed in 1973 into *Open-pit Mining Design*), he was appointed as docent in 1966, as associate professor in 1973 and full professor in 1984. He retired in 1995.

He largely contributed to the improvement of the school of mining engineering and permanent modernization of high education of the mining experts. By starting (1968), editing and engaging in the technical preparation and publication of the magazine which was unique at the time *The Collection of* (scientific and professional) *Papers of the Students of the Faculty of Mining and Geology in Belgrade*, he awoke enthusiasm of the youth and the

будио је ентузијазам и стваралачке потенцијале студената са неочекиваним резултатима везаним за најаве ново-долазећег у рударству у области примењеног рачунарства и операционих истраживања. Иницијатор је и један је од оснивача Смера (14.06.1971) и Катедре (9.10.1973) за површинску експлоатацију чврстих минералних сировина Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду. Као дугогодишњи шеф Смера и Катедре, с великом посвећеношћу, истрајношћу, пажњом, знањем и широком стручношћу улагао је сву своју креативну енергију у обликовање и стално унапређење наставних програма на редовним и последипломским студијама према највишим стандардима. Део ових настојања је и успостављање научне и стручне сарадње са бројним научним и истраживачко-развојним центрима и универзитетима у земљи и иностранству, размене професора, специјализације и студијски боравази асистената на најугледнијим институтима и школама, докторске студије, размена студената итд. Велику пажњу је поклањао практичном образовању будућих инжењера, односно теренској настави на редовним студијама.

Захваљујући његовом заузимању Дирекција Београдског сајма је 1971. купила на Сајму технике и поклонила Рударско-геолошком факултету први цифарски рачунар Logabax 1200. Један је од иницијатора и учесника у набавци 1974. цифарског рачунарског система научне намене Wang 2200. Овим активностима и учешћем 1974. у формирању Рачунарског центра Рударског одсека, подржао је увођење у наставу на редовним и последипломским студијама нових предмета из примењеног рачунарства, операционих истраживања, математичког моделовања и геостатистике.

Богатством, ширином и актуелношћу идеја, зрачио је утицао на стручна и научна опредељења својих сарадника и студената.

creative potentials of the students with unexpected results related to the announcement of what is new in mining in the field of applied computer sciences and operational research.

He is also the initiator and one of the founders of the Department (06/14/1971) and Chair (10/9/1973) for Surface Mining at the Faculty of Mining and Geology of the University in Belgrade. As a long-time Head of the Department and Chair, he showed great dedication, perseverance, attention, knowledge and extensive expertise, and invested all his creative energy in the design and continuous improvement of curricula in basic and postgraduate studies according to the highest standards. Part of these efforts is also the establishment of scientific and professional cooperation with numerous scientific and research centers and universities in the country and abroad, exchange of professors, specializations and study visits of assistant professors to the most prestigious institutes and schools, doctoral studies, student exchange, etc. He paid great attention to the practical education of future engineers, that is field teaching in basic studies.

Thanks to his initiation, the Directorate of Belgrade Fair in 1971 bought the first Digital Computer Logabax 1200 at the Technology Fair and donated it to the Faculty of Mining and Geology. He was one of the initiators and participants in the procurement of the digital computer system for scientific purposes Wang 2200 in 1974. With this activities and participation in the formation of the Computer Center of the Mining Department in 1974, he supported the implementation of new courses into lectures on the basic and postgraduate studies, such as applied computer sciences, operational research, mathematical modeling and geostatistics. His rich, broad and modern ideas made him influence the professional and scientific choices of his colleagues and students. He was in charge

Руководио је израдом 34 диплом-ска рада, 13 магистарских теза и 7 докторских дисертација.

Држао је предавања на после-дипломским студијама Рударско-геолошког факултета у Тузли и Техничког факултета у Бору, на специјалистичким курсевима у рударским басенима Костолац и Колубара, посебне циклусе предавања одржао је у Фосфатној компанији у Аману Јордан и на Рударској политехници у Вроцлаву Пољска.

Студијски је боравио у ЧССР, Пољској, САД, Аустралији, Француској, Холандији, Грчкој и Немачкој.

Научна и стручна делатност проф. Радевића фокусирана је на теорију, приступе, методе и економетрију у пројектовању рудника, у ширем смислу за површинску експлоатацију минералних сировина. Сам или са сарадницима објавио је око 80 стручних и научних радова. Коаутор је публикације *Методe оптимизације - примена линеарног програмирања у површинској експлоатацији* (Рударско-геолошки факултет Београд, 1976)

Допринос проф. Радевића рудаском инжењерству, науци и стручном образовању огледа се и у његовом ангажовању на формирању 1972. Југословенског комитета за површинску експлоатацију, којим је једно време председавао, и покретању 1973. организације Југословенског симпозијума о површинској експлоатацији, који се циклично у редовним интервалима одржавао.

Инжењерско дело проф. Радевића, као пројектанта, уткано је у преко сто студија, инвестиционих програма, идејних, главних и техничких пројеката готово свих значајнијих руданика са површинском експлоатацијом у Србији и Југославији, или као члана бројних комисија за стручне оцене пројектне документације и пријем рудничких објеката, и као члана експертског тима Владе Републике Србије за израду Просторног плана Србије.

of preparation of 34 graduation theses, 13 master theses and 7 doctoral dissertations.

He held lectures at postgraduate studies at the Faculty of Mining and Geology in Tuzla and at the Technical Faculty in Bor, at specialist courses in the mining basins Kostolac and Kolubara, held special lecture cycles at the Phosphate Company in Amman Jordan and at the Mining Polytechnic in Wroclaw, Poland. He paid study visits to the Czechoslovak Socialist Republic, Poland, the USA, Australia, France, Holland, Greece and Germany.

Scientific and professional activities of the professor Radević focus on the theory, approaches, methods and econometrics of mine designing, in a wider sense for the surface mining. Alone or with co-authors he published about 80 professional and scientific papers. He is co-author of the publication *Methods of optimization - application of linear programming in surface mining* (Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade, 1976).

Contribution of prof. Radević to mining engineering, science and vocational education is also reflected in his engagement in the formation of the 1972 Committee for Surface Mining of Yugoslavia, which he presided over for some time, and founding of the 1973 organization of the Yugoslav Symposium on Surface Mining, which was cyclically held at regular intervals.

Engineering works of prof. Radević, as the designer, have been incorporated into more than one hundred studies, investment programs, preliminary, main and technical designs of almost all important mines with surface exploitation in Serbia and Yugoslavia, or as a member of numerous committees for expert evaluation of project documentation and handing-over of mine facilities, and as a member of the expert team of the Government of the Republic of Serbia for the preparation of the Spatial Plan of Serbia.

He is the holder of numerous awards

Носилац је више признања за стручне и научне доприносе, почасни је члан Савеза инжењера и техничара рудара, геолога и металурга Југославије.

Приредио: Слободан Вујић

for professional and scientific contribution, he is an honorable member of the Federation of Engineers and Technician Miners, Geologists and Metallurgists of Yugoslavia.

Edited by: Slobodan Vujic



Весна (Пујин) Јовичић (Карловац, Хрватска, 24.2.1927 – Нови Сад, 27.10.1996), дипл.инж. рударства, др техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, истакнути стручњак за вентилацију рудника, једна од првих жена инжењера рударства у Србији. Школовала се у Старој Моравици (Бачка Топола) и Зрењанину. Као стипендиста Мађарске владе, студије архитектуре на Универзитету у Будимпешти започете 1947. прекида наредне године због међународних политичких прилика (декларација Информбироа), враћа се у земљу и уписује студије рударства на Рударском факултету Велике техничке школе у Београду, дипломирала је 1952. Говорила је немачки, мађарски, енглески и руски језик. Докторску дисертацију са темом из вентилације рудника *Допринос проучавању могућности примене теорије изентропског аеродинамичког потенцијала за дубоке руднике, на примеру вентилације јаме Стари Трг - Трпча у садашњој перспективној фази развоја*, одбранила је на матичном факултету 1973. пред комисијом професора: Бранко Јокановић, Бранко Глушчевић и Ђорђе Качкин.

Након завршених студија, са супругом Георгијем који је био у војној служби, крајем 1952. одлази у Љубљану. Три године касније враћа се у Београд и запошљава у Руднику угља Врдник. Универзитетску каријеру започела је 1956. на матичном факултету као асистент на предмету *Вентилација, техничка заштита и одводња-*

Vesna (Pujan) Jovičić (Karlovac, Croatia, 2/24/1927 – Novi Sad, 10/27/1996), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, a full professor at the University of Belgrade, a prominent expert in ventilation of mines, one of the first women among mining engineers in Serbia. She studied in Stara Moravica (Bačka Topola) and Zrenjanin. Having a scholarship from the Hungarian government, she stopped studying architecture at the University in Budapest in 1948, which she started only a year before, because of the international political circumstances (the Informbiro declaration), and she returned to Serbia and enrolled at the faculty of the High technical School in Belgrade, which she finished in 1952. She spoke German, Hungarian, English and Russian. She defended her doctoral thesis about mine ventilation titled *Contribution to the study of the possibility of applying the theory of isentropic aerodynamic potential for deep mines, on the example of the ventilation of Stari Trg - Treпча pit in the present perspective of the development phase*, at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade in 1973 before the committee of professors which composed of: Branko Jokanović, Branko Gluščević and Djordje Kačkin.

After completing her studies, she moved to Ljubljana in 1952 with her husband Georgije who was in the military service. Three years later, she returned to Belgrade and started working in the coal mine Vrdnik. She started her university career in 1956 at her faculty as assistant professor for the course *Ventilation,*

вање рудника, где убрзо постаје шеф Лабораторије за вентилацију и заштиту.

Значајно је допринела унапређењу научне делатности и осавремењавању наставе на основним и последипломским студијама. Предложила је и на њено инсистирање набављен је крајем 1970. на Рударско-геолошком факултету први рачунарски систем ТАРА 50 (скраћеница од Транзисторски Аналогни РАчунар). Био је то велики и правовремени искорак којим су створени услови за отварање нових истраживачких хоризоната, математичког моделовања и симулације рудничких процеса, проучавања и пројектовања вентилационих мрежа, струјања подземних вода итд. Рачунар је брзо уведен у наставу, годинама је коришћен за експериментална истраживања приликом израда магистарских теза и докторских дисертација.

Била је изузетно цењен професор, крајем шездесетих и почетком седамдесетих година била је продекан за наставу и студентска питања, од оснивања Катедре за вентилацију и техничку заштиту рудника до одласка у пензију 1990. била је њен шеф, руководила је изразом бројних дипломских радова, магистарских теза и докторских дисертација.

Плодну научну и стручну каријеру обогатила је дугогодишњом сарадњом са Лабораторијом за вентилацију и заштиту животне и радне средине Рударског института у Београду.

Аутор или коаутор је бројних стручних и научних радова, научних студија, пројеката и публикација са тематиком из вентилације, техничке заштите и одводњавања рудника.

Аутор је школске публикације *Вентилација рудника* (Универзитета у Београду Рударско-геолошки факултет, Београд, 1974), књиге *Вентилација рудника* (Универзитета у Београду Рударско-геолошки факултет Београд, 1989)

technical protection and drainage of mines, where she soon becomes the Head of the Laboratory for ventilation and protection.

She significantly contributed to the improvement of scientific activity and modernization of teaching in basic and postgraduate studies. She suggested and insisted on obtaining the first computer system TARA 50 (abbreviated as Transistor Analog Computer) at the end of 1970 at the Faculty of Mining and Geology. It was a big and timely step that created the conditions for opening up new research horizons, mathematical modeling and simulation of mining processes, studying and designing ventilation networks, flowing groundwater, etc. The computer was quickly introduced in teaching, for years it has been used for experimental research in the preparation of master theses and doctoral dissertations.

She was a highly respected professor, at the end of the 1960s and early 1970s, she was the Vice-Dean for Teaching and Student Affairs, and since she founded the Department of Ventilation and Technical Protection of Mines until her retirement in 1990, she was the head of her department, and was in charge of numerous theses, master theses and doctoral dissertations.

She has enriched her fertile scientific and professional career with long-term cooperation with the Laboratory for Ventilation and Protection of the Living and Working Environment of the Mining Institute in Belgrade.

She is either the author or co-author of numerous professional and scientific papers, scientific studies, projects and publications with topics in ventilation, technical protection and drainage of mines.

She is also the author of school publication *Ventilation of Mines* (University of Belgrade Faculty of Mining and Geology, Belgrade, 1974), the book *Ventilation of Mines* (University of Belgrade Faculty of Mining and Geology, Belgrade, 1989) and co-author of the book *Security*

и коаутор књиге *Сигурност и техничка заштита у рударству* (Рударски факултет Тузла, 1987). Велики креативни инжењерски изазов, успешно решен, био је пројекат вентилационог система рудника Стари трг Трепча на коме је с проф. Бранком Јокановићем и сарадницима радила скоро три године. Аутор или коаутор је бројних пројеката вентилације, техничке заштите и одводњавања рудника са подземном експлоатацијом широм Југославије (Бор, Брежа, Какањ, Зеница, Штип, Сасе, Алексинац, Лец, Ресавица, Стрмостен, Ибарски рудници, Боговина, Сењски рудник, Соко, Истарски рудници итд). Стручношћу, знањем и великим искуством утицала је и допринела унапређењу рудничке законске и нормативне регулативе и функција републичких инспекцијских органа. Била је члан експертских комисија за испитивања несрећа у рудницима угља са подземном експлоатацијом (Брежа, Какањ, Сењски рудник итд.). Достојанством, односом, прегнућем и резултатима рада, оставила је дубок траг и утицала на померања научних, инжењерских и образовних граница у српском рударству друге половине XX века. За научна достигнућа и заслуге одликована је Орденом рада са златним венцем, носилац је и других признања за научне, стручне и образовне доприносе.

Приредили: Драган Јовичић и Слободан Вујић

and Technical Protection in Mining (Faculty of Mining Tuzla, 1987).

Her first major engineering challenge, which she successfully completed, was the project of ventilation system of the mine Stari trg Trepča, where she worked with the prof. Branko Jokanović and colleagues for almost three years. She is either author or co-author of numerous projects on ventilation, technical protection and drainage of mines with underground exploitation throughout Yugoslavia (Bor, Breza, Kakanj, Zenica, Štip, Sase, Aleksinac, Lec, Resavica, Strmosten, Ibar mines, Bogovina, Senje mines, Soko, Istra mines, etc.). Her expertise, knowledge and great experience has influenced and contributed to the improvement of mine legislation and normative regulations and functions of republic inspection bodies. She was a member of expert commissions for the investigation of accidents in coal mines with underground exploitation (Breza, Kakanj, Senje mine, etc.). Her dignity, attitude, effort and results of work left a deep trace and influenced the shift of scientific, engineering and educational boundaries in Serbian mining in the second half of the XX century.

For scientific achievements and accomplishments, she was honored with the Order of the Work with a Golden Wreath, and she is the holder of other awards for scientific, professional and educational contributions.

Edited by: Dragan Jovićić & Slobodan Vujić



Милован Жунић (Цветовац, Лазаревац, 1948 – Београд, 2017), дипл. инж. рударства, истакнути стручњак и привредник за површинску експлоатацију угља и енергетику. Школовао се у родном Цветовцу, Лазаревцу и Београду. Студије рударства - област површинска експлоатација чврстих минералних сировина завршио је 1977. на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. Почео је да ради још док је студирао 1969.

Радио је на оперативним и руководећим инжењерским пословима у Рударско енергетско индустријаском комбинату Колубара и Електропривреди Србије, као шеф смене, шеф система, шеф припремних радова, помоћник и управник Површинског копа Тамнава – Источно поље 1977–1992, директор Површинског копа Тамнава – Западно поље 1992–1997, помоћник генералног директора и директора Дирекције за производњу угља Електропривреде Србије 1997–2000. До одласка у пензију 2013. радио је у Дирекцији за производњу енергије Електропривреде Србије.

Био је члан управних одбора Електропривреде Србије, Термо електране Никола Тесла, Индустрије Иво Лола Рибар и Клиничког центра Србије. Био је председник Савета Рударско-геолошког факултета и члан Савета Универзитета у Београду, одборник Скупштине Лазаревац и Скупштине града Београд, народни посланик у Скупштини Републике Србије у два мандата 1993–2000.

Аутор или коаутор је бројних стручних радова. Много је различитих инжењерских и пословних изазова које је успешно тумачио и решавао неисцрпном радном и стваралачком енергијом, еланом, знањем, истрајношћу, вером и оптимизмом, ауторитетом, проницљивошћу и у критичним моментима промишљеном лидерском храброшћу. Доминирао је усправношћу и достојанством и

Milovan Žunić (Cvetovac, Lazarevac, 1948 - Belgrade 2017), graduated engineer of mining, renowned expert and businessman for surface exploitation of coal and energy. He studied in his home town Cvetkovac, Lazarevac and Belgrade. He finished his mining studies - the Department of surface mining in 1977 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade. He started working while studying in 1969.

He worked on operational and managerial engineering tasks in the Mining basin Kolubara and Electric Power Industry of Serbia, as the head of shifts, the head of the system, the head of the preparatory work, assistant and manager of the Open-pit Tamnava - East field 1977-1992, the director of the open-pit Tamnava - West Field 1992 -1997, Assistant Director to the General Director and the Director of the Coal Production Department of Electric Power Industry of Serbia 1997-2000. Until he retired in 2013, he worked in the Directorate for Production of Electricity in the Electric Power Industry of Serbia.

He was a member of the management boards of the Electric Power Industry of Serbia, Nikola Tesla Thermal Power Plant, Ivo Lola Ribar Industry and the Clinical Center of Serbia. He was the President of the Council of the Faculty of Mining and Geology and a member of the Council of the University of Belgrade, a member of the Assembly of Lazarevac the Assembly of the City of Belgrade, a member of parliament in the Assembly of the Republic of Serbia in the two mandates 1993-2000.

He is either author or co-author of numerous scientific papers. There are many different engineering and business challenges that he successfully interpreted and solved with inexhaustible working and creative energy, elane, knowledge, perseverance, faith and optimism, authority, insight and critical moments of calculated leadership courage. He dominated with his stamina and dignity, even when life was not fa-

када му живот није био наклоњен. Лидерском и стручном спремношћу у изузетно тешким условима за земљу покренуо је производњу на Површинском копу Тамнава – Западно поље, препознао је и подржао идеју о неопходности успостављања високо-софистицираног надзорно-управљачког система Површинског копа Тамнава Западно поље, пружио је и важну подршку 1999. изградњи рачунарски интегрисаног експлоатационог система Површинског копа Мајдан III Потисја из Кањиже. Са тимом врских инжењера Дирекције за производњу енергије Електропривреде Србије на чијем је челу био, у драматичним догађањима за земљу 1999. одржао је производњу угља Косовских рудника до последњих могућности.

Добитник је више признања за доприносе рударству, међу којима је најзначајнија Октобарска награда града Београда 1995. за покретање производње на површинском копу Тамнава – Западно поље, у изузетно тешким условима у време санкција и економске блокаде Србије.

Приредио: Слободан Вујић

avorable to him. His leadership and professional readiness in extremely difficult conditions for the country made him start the production at the open-pit Tamnava - West Field, he recognized and supported the idea of necessity of establishing a highly sophisticated supervisory and control system of the open-pit Tamnava-West Field, and he also provided important support in 1999 for the construction of the computer integrated mine exploitation system of the open-pit Majdan III Potisje of Kanjiža. With the team of expert engineers of the Directorate for Energy Production of the Electric Power Industry of Serbia, over which he preceded, in the dramatic events for the country in 1999, he continued to produce coal in the mines in Kosovo to the last resorts.

He has won several awards in mining, among which the most important one is the October Award of the City of Belgrade in 1995 for the starting the production at the open-pit Tamnava - West Field, in extremely difficult conditions at the time of the sanctions and economic blockade of Serbia.

Edited by: Slobodan Vujčić



Стеван Пуштрић (Надаљ, Врбас, 1930 – Београд, 2017), дипл. инж. рударства, др техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, угледни стручњак за припрему минералних сировина. Школовао се у родном месту и у Новом Саду. Студије рударства област припрема минералних сировина завршио је 1958. на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. На теми *Проучавање утицаја растворних соли бакра и гвожђа на флотацију сулфидних минерала бакра* докторирао је 1965. на матичном факултету.

Као машински техничар радио је у предузећу „Петар Драпшин“

Stevan Puštrić (Nadalj, Vrbas, 1930 - Belgrade, 2017), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade, a reputable expert in the preparation of mineral raw materials. He studied at his home town and in Novi Sad. Mining studies, course of preparation of raw materials, were completed in 1958 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade. He defended his doctoral dissertation about surface mining titled *Study of the Effects of Soluble Salts of Copper and Iron on the Flotation of Sulphide Minerals of Copper* in 1965 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade. He worked as a mechanical technician at the company of “Petar Drapšin” in

у Малденовцу и Београду, 1949-1950. После завршених студија радио је у Флотацији Рударско-топионичарског басена Бор, 1958-1962. Универзитетску каријеру започео је 1962. на Катедри за припрему минералних сировина, из здравствених разлога прекинуо 1991. Прошао је сва изборна звања, за редовног професора биран је 1979. На матичном факултету држао је наставу из предмета: Припрема минералних сировина, Пројектовање постројења у припреми и Машине за припрему минералних сировина. На Металуршком одсеку Технолошко-металуршког факултета у Београду држао је наставу из предмета Припрема минералних сировина. Био је члан Републичке комисије за полагање стручног испита.

У струци којој је био потпуно предан, имао је срећу да је радио у време највећег успона српског рударства, до почетка растурања Југославије. Значајно је допринео развоју Катедре и Смера за припрему минералних сировина, унапређењу наставе, интензивирању инжењерске пројектантске делатности и иницирању развојних истраживања и научног рада на Катедри, покретању и организовању последипломских и докторских студија из области припреме минералних сировина. Био је шеф Смера за припрему минералних сировина, руководиоца Већа за последипломску наставу и руководиоца Лабораторије за припрему минералних сировина.

Најзначајније науче резултате остварио је у истраживањима технологије флотирања минерала бакра и издавајања концентрата злата из наших бакроносних и златоносних руда.

Аутор или коаутор је бројних научних и стручних радова из припреме минералних сировина, развојних и научних пројеката и пројеката за потребе рударске привреде.

Mladenovac and Belgrade, 1949-1950. After completing his studies he worked at the Flotation of the Mining and Smelting Basin in Bor, 1958-1962. He began his university career in 1962 at the Department for the preparation of mineral raw materials, interrupted due to medical reasons in 1991. He passed all elective titles, and was elected a full-time professor in 1979. At the Faculty of Mathematics he held lectures on the subject of: Preparation of mineral raw materials, Design of plants in preparation and Machines for the preparation of mineral raw materials. At the Metallurgy Department of the Faculty of Technology and Metallurgy in Belgrade, he held lectures on the subject of Preparation of mineral raw materials. He was a member of the Republic Commission for professional examinations.

In the profession he was fully committed, he was fortunate to have worked during the greatest rise of Serbian mining, until the beginning of the disintegration of Yugoslavia. He significantly contributed to the development of the Department and the Course for the preparation of mineral raw materials, the improvement of teaching, intensification of engineering design activities and the initiation of research and scientific work at the Department, launching and organizing postgraduate and doctoral studies in the field of preparation of mineral raw materials. He was the Head of the Course for the preparation of mineral raw materials, the head of the Postgraduate Studies Council and the head of the Laboratory for the preparation of mineral raw materials.

He achieved the most profound scientific results through research on the flotation technology of copper minerals and the separation of gold concentrates from our copper and gold-bearing ores.

Author or co-author of numerous scientific and expert papers from the preparation of mineral raw materials, developmental and scientific projects and projects for the needs of the mining economy.

Био је истакнути члан Комитета за припрему минералних сировина Савеза инжењера и техничара рудара, геолога и металурга Југославије и учесник у организовању бројних научних и стручних скупова Комитета.

Одликован је Орденом рада и носилац више других признања, међу којима су: Спомен плакета града Београда, за рад и залагање на развоју Београда 1944-1969; Првوماјска награда Рударског института Београд за научне доприносе у области припреме минералних сировина, 1975; Повеља за успешан рад и сарадњу на развоју и унапређењу школе и науке Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, 1980; Диплома заслужног члана Комитета за припрему минералних сировина, 1985. итд.

Приредиле: Надежда Ћалић
и Јасмина Нешковић

He was a prominent member of the Committee for the Preparation of Mineral Raw Materials of the Association of Mining Engineers and Technicians, Geologists and Metallurgists of Yugoslavia and participant in the organization of numerous scientific and expert meetings of the Committee.

He was decorated with the Order of Work and is the holder of several other awards, among which are: Memorial plaque of the city of Belgrade for work and advocacy on the development of Belgrade from 1944-1969; First Prize of the Mining Institute of Belgrade for Scientific Contributions in the Field of Preparation of Mineral Raw Materials, 1975; Charter for successful work and cooperation on development and improvement of school and science of Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, 1980; Diploma for an Honorary Member of the Committee for the Preparation of Mineral Raw Materials, 1985, etc.

Edited by: Nadežda Čalić
& Jasmina Nešković



Васо Елезовић (Чапљина, 1939 – Београд, 2015), дипл. инж. рударства, магистар техничких наука, угледни стручњак за сигурност и вентилацију рудника. Школовао се у родном граду. Студије рударства завршио је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 1965. На матичном факултету одбранио је 1975. магистарску тезу под називом *Примена електричног аналогног моделирања за решавање вентилационих мрежа на примеру Старе јаме Какањ*. Радио је у Рударском институту Београд од завршених студија до одласка у пензију 2000, у Заводу за вентилацију и техничку заштиту, као стручни сарадник, главни инжењер и као руководилац Групе за вентилацију рудника. Аутор или коаутор је бројних стручних и научних радова, инжењерских решења и тех-

Vaso Elezović (Čapljina, 1939 – Belgrade 2015), graduated engineer of mining, M.Sc. in technical sciences, renowned expert for safety and ventilation of mines. He studied in his home town. He completed his studies in mining in 1959 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade. Here he also defended his master thesis in 1975, which was titled *Application of electrical and analog modeling for the solution of ventilation networks on the example of Old Kakanj mine*. He worked with the Mining Institute of Belgrade since completing his studies until his retirement in 2000, at the Institute for Ventilation and Technical Protection, as an expert associate, chief engineer and as manager of the Mining Ventilation Group. He was author or co-author of numerous expert and scientific papers, engineering solutions and

ничких пројеката из сигурности и вентилације рудника са подземном експлоатацијом минералних сировина. Инжењерским делом присутан је на готово свим рудницима подземне експлоатације у некадашњој Југославији и Србији.

technical projects about the safety and ventilation of mines with underground mining exploitation. His engineering works are present in almost all mines of underground exploitation in the former Yugoslavia and Serbia.

Приредио: Милинко Радосављевић

Edited by: Milinko Radosavljević



Небојша Видановић (Београд, 1957 – 2016), дипл. инж. рударства, др техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, истакнути стручњак за израду јамских просторија. На Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду на Смеру за израду подземних просторија дипломирао је 1983, магистрирао 1987. и докторирао 1996. на теми *Изучавање понашања угљене масе са становишта њеног разарања механичким средствима*.

Универзитетску каријеру на Рударско-геолошком факултету у Београду започео је одмах по завршеним студијама избором за асистента на предмету “Израда јамских просторија”. Прошао је сва звања, за редовног професора биран је 2007. Од 2003. до 2009. обављао је функцију шефа Смера за подземну експлоатацију лежишта минералних сировина и израду подземних просторија, за шефа Катедре за рударске радове и израду подземних просторија изабран је 2006. Као управник Факултетског (школског) рудника “Црвени брег” на Авали од 1987, значајно је урадио на опремању и сређивању рудника за извођење практичне наставе и чинио напоре да рудник уврсти у културно-технолошку баштину града Београда.

Аутор или коаутор је 79 научних и стручних радова, девет уџбеника и монографија у издању Рударско-геолошког факултета у Београду: *Стабилност подзем-*

Nebojša Vidanović (Belgrade, 1957 - 2016), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade, a prominent expert in the construction of cave facilities. He graduated from the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade in the course of Underground Facilities production in 1983, he obtained a master's degree in 1987 and his doctorate in 1996 on the topic of *Study of the behavior of coal from the point of view of its destruction by mechanical means*.

He began his university career at the Faculty of Mining and Geology in Belgrade immediately after completing the studies through an assistant election in the course of “Cave facilities production”. He passed all titles, and was elected as a full-time professor in 2007. From 2003 to 2009 he served as head of the Department for Underground Exploitation of Mineral Deposits and Underground Facilities, and was elected as Head of the Department of Mining and Underground Works in 2006. As manager of the Faculty mine of “Red basin” on Avala, since 1987, he has done a significant job in equipping and arranging the mines for practical teaching and made efforts to place the mine into the cultural and technological heritage of the city of Belgrade.

He's the author or co-author of 79 scientific and professional papers, nine textbooks and monographs published by the Faculty of Mining and Geology in Belgrade: *Stabili-*

них просторија (1992), Практикум из израде јамских просторија (2002), Унапређење технолошких процеса подземне експлоатације угља у новонасталим условима привређивања (2002) итд. Руководио је или као сарадник учествовао у изради 56 студија, привредних пројекта и експертиза. Руководио је истраживањима на више научних пројеката Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Сарађивао је са Институтом за стандардизацију Србије, био је председника Управног одбора Јавног предузећа за подземну експлоатацију угља Ресавица, председника Управног одбора Рудника и флотације „Рудник” и овлашћени представник оснивача у ПД „Колубара” Лазаревац.

За научне и стручне доприносе носилац је неколико признања, био је дописни члан Инжењерске академије Србије.

ty of underground facilities (1992), Practice for cave building (2002), Improvement on technological processes of underground exploitation of coal in new conditions of economy (2002). As a leader or an associate, he participated in the preparation of 56 studies, business projects and expertise. He has led research into several scientific projects of the Ministry of Education, Science and Technological Development.

He cooperated with the Institute for Standardization of Serbia, he was the Chairman of the Management Board of the Public Enterprise for Underground Exploitation of Coal in Resavica, the President of the Managing Board of the Rudnik and the Flotation “Rudnik” and the authorized representative of the founders of PD “Kolubara” Lazarevac.

He received several awards for scientific and professional contributions, he was a correspondent member of the Engineering Academy of Serbia.

Приредио: Раде Токалић

Edited by: Rade Tokalić



Слободан Ивковић (Деспотовец, 1941 – Београд, 2017), дипл. инж. машинства, доктор техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду. Школовао се у родном месту, Ћуприји и Сомбору. На Машинском факултету у Београду дипломирао 1965. и на истом факултету је магистрирао 1977. Докторску дисертацију под називом *Поузданост механичких елемената основних погона и транспорта БТО система* одбранио је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 1980. под менторством професора др Милана Трбојевића. У периоду 1965-1971. Слободан Ивковић је радио у фабрици аутомобила у Прибоју на Лиму, затим у Техничкој школи у Деспотовцу, где је био шеф машинског одсека а

Slobodan Ivković (Despotovac, 1941 - Belgrade, 2017), graduated mechanical engineer, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade. Studied at his home town, Čuprija and Sombor. He graduated from the Faculty of Mechanical Engineering in Belgrade in 1965 and got his masters degree from the same faculty in 1977. He defended his doctoral thesis titled *Reliability of Mechanical Elements of Basic Operations and Transportation of the BTO System* at the Faculty of Mining and Geology at the University of Belgrade in 1980 under the mentorship of Professor Milan Trbojević. In the period of 1965-1971 Slobodan Ivković worked at the Priboj on Lim car factory, then at the Technical School in Despotovac, where he was the head of the Mechanical Sector

касније директор. За асистента на Рударско-геолошком факултету изабран је 1971. где је радио све до пензионисања 2006. У звање редовног професора био је изабран 1992. за наставне предмете Машински елементи и Основи конструисања на основним студијама и за предмете Динамика рударских машина, Одржавање машина и Поузданост машина на постдипломским студијама. Сарађивао је на Машинском факултету и Технолошко-металуршком факултету у Београду, на Факултету техничких наука у Чачку, на Рударско-геолошко-нафтном факултету у Загребу. Био је коаутор на више универзитетских уџбеника: Машински елементи – приручник за вежбе са изводом из теорије, Редуктори, Машине за бушење и експлоатацију нафте и гаса. Током универзитетске каријере био је шеф Смера за механизацију у рударству, продекан за наставу и научни рад, у четири мандата бирао је за члана Савета факултета, у три мандата члан Стручног већа техничких наука Универзитета у Београду, председник Комисије за издавачку делатност факултета. Дуго низ година био је ментор у комисијама за полагање стручног испита из рударске струке, област механизација у рударству при Савезу инжењера и техничара Србије. Наставни и педагошки рад усмерио је ка развоју и примени теорије општих машинских конструкција на рударске машине, сагледавајући све специфичности, захтеве и ограничења рударске индустрије и инжењерства одржавања техничких система. Научни рад С. Ивковића усмерен је ка истраживањима поузданости, управљања животним веком, конструисања, експлоатације и одржавања рударских машина и опреме. Аутор или коаутор је више од 100 научних и стручних радова. У издању Рударско-геолошког факултета у Београду аутор је уџбеника *Ма-*

and later the director. He was elected as an assistant at the Faculty of Mining and Geology in 1971 where he worked until retirement in 2006. He was elected as a full-time professor in 1992 for the subjects of Mechanical Elements and Basics of Construction for Basic Studies and for subjects such as Dynamics of Mining Machines, Machine Maintenance and Machine Reliability at Postgraduate Studies. He worked at the Faculty of Mechanical Engineering and the Faculty of Technology and Metallurgy in Belgrade, at the Faculty of Technical Sciences in Čačak, at the Faculty of Mining and Geology in Zagreb. He was a co-author of several university textbooks: Mechanical Elements - A Practice Exercise Manual, Reductors, Drilling and Exploitation Machines for Oil and Gas. During his university career he was the Head of the Mechanism for Mining Machinery Course, Vice Dean for Teaching and Scientific Work, in four terms, he was elected a member of the Faculty Council, in three terms, a member of the Council of Technical Sciences of the University of Belgrade, the Chairman of the Faculty Publishing Commission. For many years he was a mentor in the commissions for professional examinations in the mining profession, field of mechanization in mining at the Association of Engineers and Technicians of Serbia. Teaching and pedagogical work focused on the development and application of the theory of general mechanical constructions to mining machinery, considering all the specifics, requirements and limitations of the mining industry and engineering maintenance of technical systems. S. Ivković's scientific work is focused on reliability studies, life-cycle management, construction, exploitation and maintenance of mining machinery and equipment. He's the author or co-author of more than 100 scientific and professional papers. In the edition of the Faculty of Mining and Geology in Belgra-

шински елементи: приручник за вежбе (1995), монографије Откази елемената рударских машина (1997) и коаутор монографије Пројектовање одржавања опреме површинских копова угља (2008). Потписник је преко 80 студија и пројеката. Најзначајнији су: Студија о унапређењу одржавања за РБ Колубара и Преса за три аксијална геомеханичка испитивања са преносним односом преко 12 милиона. Учествовао је у бројним комисијама за оцене, ревизије, експертизе и рецензије. Био је члан Управног одбора Југословенског друштва за моторе и возила и Управног одбора ЈП Костолац.

Приредио: Милош Танасијевић

de, he is the author of the textbooks such as *Mechanical Elements: Practice Manual* (1995), monographs *Demissions of Elements of Mining Machines* (1997) and co-author of the monograph *Design of maintenance of surface coal mines* (2008). He's a signatory of over 80 studies and projects. The most significant being: *Study on maintenance improvement for RB Kolubara and Press for three axial geomechanical tests with a transfer ratio of over 12 million*. He participated in numerous commissions for evaluations, revisions, expertise and reviews. He was a member of the Managing Board of the Yugoslav Society for Motors and Vehicles and the Managing Board of JP Kostolac.

Edited by: Miloš Tanasijević



Веселин Баталовић (Пећ, 1950 – Београд, 2015) дипл. инж. рударства, доктор техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, истакнути иноватор. Школовао се у Пећи. На Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду дипломирао је на Смеру за машинство 1973, магистрирао 1987. и докторску дисертацију са темом *Поузданост и одржавање система за хидраулични транспорт флотацијске јаловине* одбранио 1991.

Од 1973. до 1986. радио је у рудницама Кишница и Ново Брдо на инжењерским задацима од почетничких послова до техничког руководиоца одржавања механизације на површинском копу Кишница и у руднику Ајвалија, управника централне машинске радионице и техничког директора организационог дела "Одржавање и транспорт". На Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду запослио се 1986. као асистент на предмету Машински елементи. За редовног професора биран је 2002.

Veselin Batalović (Peć, 1950 - Belgrade, 2015) graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade, an outstanding innovator. Studied in Peć. Graduated from the Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, in 1973, in the course of Mechanical Engineering in 1973, got his Masters degree in 1987, and defended his doctoral dissertation on the topic *Reliability and maintenance of the system for hydraulic transportation of flotation tailings* in 1991.

From 1973 to 1986 he worked in the mines of Kišnica and Novo Brdo on engineering tasks from beginner jobs to the technical manager of mechanization maintenance on the surface of Kišnica and in the Ajvalija mines, manager of the central machine workshop and technical director of the organizational sector "Maintenance and transport". At the University of Mineralogy and Geology in Belgrade, he started working in 1986 as an assistant in the subject of Mechanical Elements. He was elected a full-time professor in 2002. He has been the

Шеф Катедре за опште машинство и термодинамику био је од 2011. У издању Рударско-геолошког факултета аутор је универзитетских уџбеника *Хидрауличке и пнеуматске машине у рударству* (1995), *Машине и уређаји у рударству нафте и гаса* (2001), *Машине и уређаји за бушење и опремање нафтних и гасних бушотина* (2011) и монографије *Хидраулички транспорт чврстих материјала* (2006). Као аутор или коаутор објавио је преко сто научних и стручних радова, по значају издвајају се: *Erosive Wear Model of Slurry Pump* и *Impeller Slurry Pump Impeller Wear: Testing*, Journal of Tribology-Transactions of the ASME (Vol.132, No. 2, 2010) и *Centrifugal separator, the new technical solution, application in mineral processing*, International Journal of Mineral Processing (Vol. 100, No. 3-4, 2011).

Био је посвећен иновационој делатности. На такмичењу 2006. за најбољу технолошку иновацију Министарства за науку и технолошки развој, тим који је предводио освојио је 2. место за иновационо дело „Мобилни уређај за сепарацију прљавих флуида СЕП-180/3“. Руководио је или учествовао као сарадник у изради пројеката и техничке документације за потребе више рудника у Србији.

Вишеструки је лауреат специјалних признања за развој нових производа и технологија на сајмовима проналазаштва. За научне и стручне доприносе носилац је неколико признања.

Приредио: Дејан Ивезић

Head of the Department of General Mechanics and Thermodynamics since 2011. In the edition of the Faculty of Mining and Geology, he is the author of university textbooks such as *Hydraulic and pneumatic machinery in mining* (1995), *Machinery and equipment in oil and gas mining* (2001), *Machines and devices for drilling and equipping oil and gas holes* (2011) and a monography *Hydraulic transport of solid materials* (2006). As author or co-author he published over a hundred scientific and professional papers, with the following standing out: *Erosive Wear Model of Slurry Pump* and *Impeller Slurry Pump Impeller Wear: Testing*, Journal of Tribology-Transactions of the ASME (Vol.132, No. 2, 2010) and *Centrifugal separator, the new technical solution, application in mineral processing*, International Journal of Mineral Processing (Vol. 100, No. 3-4, 2011).

He was dedicated to innovative activities. At the 2006 competition for the best technological innovation of the Ministry of Science and Technological Development, the team he led won 2nd place for their innovative work “Mobile Device for the Separation of Dirty Fluids SEP-180/3”. He has led or participated as an associate in drafting projects and technical documentation for the needs of several mines in Serbia.

He is a multiple laureate of special awards for the development of new products and technologies at invention fairs. He received several awards for scientific and professional contributions.

Edited by: Dejan Ivezić



Јован Пејчиновић (Крушевица, 1937 - Београд, 2014), дипл. инж. рударства, др техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, стручњак за вентилацију рудника и заштиту на раду. Школовао се у Крушевици, Житном Поток и Бору. На Рударско - геолошком факултету Универзитета у Београду дипломирао је 1961, магистрирао 1978, а докторирао 1991. на теми *Допринос изучавању вентилације коморних откопа применом методе хидромоделирања на примеру откопа рудника "Трепча" Стари Трг*. Усавршавао се и специјализирао у институтима и на факултетима у Есену и Бохуму Немачка, у СССР-у у Институту Скочински Москва, Институту за вентилацију Криви Рог и Рударском универзитету у Лењинграду. Студијски је боравио у Шведској, Шпанији, Финској, Пољској, Канади, САД, Аустралији итд. По завршеној средњој техничкој школи радио је у рудницама угља „Рембас“ Ресавица, повремено и у току студија. У руднику „Трепча“ – Стари Трг радио је као инжењер за вентилацију и управник јамског погона 1960-1964. У рудницама „Копаноник“ – Лешак „Бело Брдо“ и „Црнац“, био је технички директор и директор рудника 1964 - 1971. Од 1971. до 1992. радио је у Рударском институту Београд у Завода за вентилацију и техничку заштиту, био је шеф Групе за вентилацију рудника, управник, заменик директора Института и директор научног развоја. Од 1992. до одласка у пензије 2002. радио је на Рударско-геолошком факултету у Београду, као ванредни и редовни професор. Био је шеф Катедре за вентилацију и техничку заштиту. Аутор или коаутор је значајног броја научних и стручних радова. У издању Рударско-геолошког факултета коаутор је уџбеника *Одводњавање рудника*. Руководио је или учествовао у изради

Jovan Pejčinović (Kruševica, 1937 - Belgrade, 2014), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade, Expert in Mine Ventilation and Occupational Safety, was educated in Kruševica, Žitni Potok, and Bor. He graduated from Mining and Geological Faculty of University of Belgrade in 1961, received his master's degree 1978, and defended his doctoral dissertation in 1991 on the topic *Contribution to the study of ventilation of chamber digging using the hydro-modeling method for the excavation of the mine "Trepča" Stari Trg*. He specialized at the institutes and faculties in Essen and Bochum, Germany, at the Skochinski Institute, Moscow, the USSR, Ventilation Institute Krivi Rog, and Mining University in Leningrad. He resided for researching purposes in Sweden, Spain, Finland, Poland, Canada, USA, Australia, etc.

After completing the Secondary Technical School, he worked in the coal mines "Rembas" Resavica, occasionally during the course of his studies. In the mine "Trepča" - Stari Trg, he worked as a ventilation engineer and underground mining manager from 1960 to 1964. In the mines "Kopaonik" - Lešak "Belo Brdo" and "Crnac", he was the technical director and mine director from 1964 to 1971. In the period from 1971 to 1992, he worked at Directorate for ventilation and technical protection of Mining Institute in Belgrade, he was the head of the Group for mine ventilation, the manager, the deputy director of the Institute and the director of scientific development. From 1992 until his retirement in 2002, he worked at Mining and Geological Faculty in Belgrade, as a part-time and full professor. He was the Head of the Department of Ventilation and Technical Protection.

Jovan Pejčinović is the author or co-author of a significant number of scientific and professional papers. He is the co-author of the textbook *Mine Drainage* published by Facul-

око 170 пројеката и елабората из вентилације, одводњавања и заштите на раду у рудницима. Коаутор је патента „Изолациони самоспасаилац са сабијеним кисеоником“.

Био је секретар Југословенског комитета за сигурност при Савезу инжењера и техничара Југославије, члан научног већа Рударског института Београд и редакцијских колегијума часописа „Подземни радови“ у издању Рударско-геолошког факултета Београд и „Ecologica“ у издању Савез инжењера и техничара Србије.

Приредио: Александар Цвејић

ty of Mining and Geology. He led or participated in the development of about 170 projects and studies in the field of ventilation, drainage and occupational safety in mines. He is the co-author of the “Self-contained breathing apparatus with compressed oxygen” patent.

He was the secretary of the Yugoslav Security Committee of the Union of Engineers and Technicians of Yugoslavia, a member of the Scientific Council of Mining Institute of Belgrade and the editorial boards of “Underground Works” magazine published by Faculty of Mining and Geology in Belgrade and “Ecologica” published by the Union of Engineers and Technicians of Serbia.

Edited by: Aleksandar Cvejić



Јово Павлица (Горња Плоча, Грачац, Хрватска, 1937 – Београд, 2016.), дипл. инж. рударства, др техничких наука, редовни професор Универзитета у Београду, стручњак за припрему минералних сировина. Школовао се у Земуну. Дипломирао је 1961. на Рударско-геолошком факултету у Универзитета у Београду на Катедри за припрему минералних сировина. Магистрирао је 1974. на Универзитету Минесота, Миннеаполис САД, а докторирао 1983. на матичном факултету на теми *Утицај фери јона на депримирање сфалерита натријумцијанидом*.

После завршених студија, као стипендиста, радио је у Рударско-топионичарском базену Бор у Флотацији, одакле одлази на последипломске студије у САД. По повратку у земљу ради у Институт за бакар у Бору. Септембра 1975. изабран је за асистента на Катедри за припрему минералних сировина и почиње да ради на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. Прошао је сва изборна звања, за редовног

Jovo Pavlica (Gornja Ploča, Gračac, Croatia, 1937 - Belgrade, 2016), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences, full professor at the University of Belgrade, expert for the mineral processing. Studied in Zemun. He graduated in 1961 at the Faculty of Mining and Geology at the University of Belgrade at the Department of mineral processing. He got his masters degree in 1974 at the University of Minnesota, Minneapolis, USA. . He defended his doctoral dissertation about surface mining titled *The effect of ferro-ion on the deposition of sfalerite with sodium cyanide* in 1983 at the Faculty of Mining and Geology of the University of Belgrade.

After completing his studies, as a scholarship holder, he worked at the Mining and Smelting Pool Bor, in Flotation, from where he went to postgraduate studies in the United States. Upon returning to the country he worked at the Copper Institute in Bor. In September 1975, he was elected as an assistant at the Department of Preparation of Mineral Resources and started working at the Faculty of Mining and Geology of the Universi-

професора биран је 1996. Држао је наставу на Смеру за припрему минералних сировина из предмета: Индустријска примена припреме минералних сировина и Пројектовање постројења за припрему минералних сировина. Држао је и наставу на Смеру за истраживања лежишта минералних сировина матичног факултета и на Технолошко-металуршком факултету у Београду.

Као наставник био је посвећен раду са студентима, учествовао је у школовању више генерација инжењера у области припреме минералних сировина, руководио је или помагао у изради дипломских радова, неколико магистарских теза и докторских дисертација.

Аутор или коаутор је већег броја научних и стручних радова и више развојно-истраживачких и научних пројеката финансираних од стране министарства Републике Србије. Руководио је или је учествовао у изради бројних студија и пројеката за потребе српске рударске привреде. У Републици Бурјатија (Руска Федерација) радио је 1993, у Бразилу на истраживањима могућности повећања искоришћења злата из концентрата радио је повремено 1997-2000. Пензионисан је 2002.

Приредиле:

Надежда Ћалић и Јасмина Нешковић

ty of Belgrade. He passed all elective titles, and was elected a full-time professor in 1996. He held a lecture for the course of Preparation of Mineral Resources in the subject of: Industrial application of mineral raw materials preparation and Design of plants for mineral processing. He also held a lecture at the Faculty of Technology and Metallurgy in Belgrade, on the subject of Research of raw minerals deposits.

As a teacher he was dedicated to working with students, he participated in the education of several generations of engineers in the field of mineral raw materials preparation, managed or assisted in the preparation of graduate papers, several master theses and doctoral dissertations.

Author or co-author of a number of scientific and professional papers and several development, research and scientific projects financed by the Ministries of the Republic of Serbia. He has led or participated in the preparation of numerous studies and projects for the needs of the Serbian mining economy. In the Republic of Burjatija (the Russian Federation), he worked in 1993, and in Brazil, on the research of possibility of increasing the utilization of gold from the concentrate, he worked occasionally from 1997 to 2000. He was retired in 2002.

Edited by:

Nadežda Čalić & Jasmina Nešković



Радивој Цветићанин (Милетићево, 1929 - Београд, 2017), дипл. инж. геологије, др геолошких наука, редовни професор Универзитета у Београду. Школовао се у родном месту и Зрењанину. Студије геологије завршио је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 1955. Докторску дисертацију са темом *Јурски угљоносни терени источне и југоисточне Србије* одбранио је 1963. на матичном факултету пред

Radivoj Cvetičanin (Miletićevo, 1929 - Belgrade, 2017), graduated engineer of geology, Ph.D. of geological sciences, full professor at the University of Belgrade. He studied at his home town and Zrenjanin. He completed his studies of geology at the Faculty of Mining and Geology at the University of Belgrade in 1955. He defended his doctoral dissertation about surface mining titled *Jurassic Coal Territories of Eastern and Southeastern Serbia* in 1963 at the Faculty of Mining and Geology of the Univer-

комисијом: С. Јанковић, Б. Миловановић и Ф. Ожеговић. Специјализирао и усавршавао се у Рударском институту у Есену у СР Немачкој и Московском државном геолошком институту СССР.

После завршених студија радио је у Заводу за геолошка, геофизичка и рударска истраживања НР Србије, у Одељењу за испитивање угљева. Са избором за асистента прелази на Рударско-геолошки факултет у Београду 1960. Прошао је сва изборна звања, за редовног професора биран је 1970. Осим наставних и истраживачких задатака и обавеза на матичном факултету, обављао је функцију продекана (1971-1973) и декана (1973 – 1977). Држао је предавања на институтима и факултетима ван земље и допринео унапређењу међународне сарадње. Пензионисан је 1994.

Научна и ужа стручна делатност Р. Цветићанина вазана је за испитивања угљева, фацијалну анализу и петрографска испитивања јурских угљоносних басена формираних у паралским тресетним мочварама источне и југоисточне Србије (Добра на Дунаву, Јерма, Вршка Чука, Стара планина, Мироч, Обрадове Столице). Захваљујући сазнањима ових истраживања дефинисао је класификацију камених угљева источне и југоисточне Србије. Значајне доприносе дао је и у истраживањима генезе угљоносних басена Србије, геолошке грађе и квалитета угљева Боговинског, Плеваљског и Ђурђевићког басена. Седамдесетих година XX века, као члан Међународног комитета за петрологију угљева, учествовао је у дефинисању класификације камених угљева. Руководио је или је као члан тима учествовао за израду бројних студија и пројеката о геолошким карактеристикама, структурном склопу, квалитету и резервама готово

своје Београдске комисије, која је била сачињена од професора С. Јанковић, Б. Миловановић и Ф. Ожеговић. Специјализовао и усавршавао се у Рударском институту у Есену у Федералној Републици Немачке и Московском државном геолошком институту СССР.

Након завршетка студија, радио је у Департману за геолошка, геофизичка и рударска истраживања НР Србије, у Одељењу за испитивање угљева. Са избором за асистента, прешао је на Факултет за рударство и геологију у Београду 1960. Прошао је сва изборна звања, за редовног професора биран је 1970. Осим наставних и истраживачких задатака и обавеза на матичном факултету, обављао је функцију продекана (1971-1973) и декана (1973 – 1977). Држао је предавања на институтима и факултетима ван земље и допринео унапређењу међународне сарадње. Пензионисан је 1994.

Научна и стручна делатност Р. Цветићанина везана је за истраживања угљева, фацијалну анализу и петрографска испитивања јурских угљоносних басена формираних у параличким мочварама источне и југоисточне Србије (Добра на Дунаву, Јерма, Вршка Чука, Стара планина, Мироч, Обрадове Столице). Благодаря налазима из ове истраживачке дефинисао је класификацију каменог угља источне и југоисточне Србије. Значајни доприноси су дадени и у истраживањима генезе угљоносних басена Србије, геолошке грађе и квалитета угљева Боговинског, Плеваљског и Ђурђевићког басена. Седамдесетих година XX века, као члан Међународног комитета за петрологију угљева, учествовао је у дефинисању класификације каменог угља. Руководио је или је као члан тима учествовао за израду бројних студија и пројеката о геолошким карактеристикама, структурним својствима, квалитету и резервама готово свих Београдских комисија, која је била сачињена од професора С. Јанковић, Б. Миловановић и Ф. Ожеговић. Специјализовао и усавршавао се у Рударском институту у Есену у Федералној Републици Немачке и Московском државном геолошком институту СССР.

свих значајнијих угљоносних басена Југославије.

Аутор или коаутор је око 130 научних и стручних радова из области геологије и петрологије угљева. У издању Рударско-геолошког факултета Београд аутор је уџбеника *Геологија угљева* (1963, II допуњено издање 1971). Руководио је изразом или био члан комисија за оцену и одбрану бројних дипломских радова, магистарских теза и докторских дисертација.

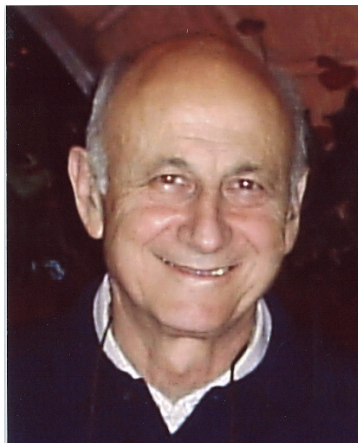
За резултате дугогодишњег рада, Председништво СФРЈ одликовало га је 1981. Орденом рада са златним венцем. Носилац је и више других признања за научне и стручне доприносе. Био је члан неколико домаћих и међународних научних и стручних асоцијација и удружења.

He's the author or co-author of about 130 scientific and expert papers in the field of geology and petrology of coal. In the edition of the Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, he is the author of the textbook on *Geology of coal* (1963, II supplementary edition, 1971). He led the project or was a member of the commission for the assessment and defense of numerous graduate papers, master theses and doctoral dissertations.

For the results of many years of work, the Presidency of the SFRJ honored him in 1981. with the Order of Work with a golden wreath. He is also the holder of several other awards for scientific and professional contributions. He was a member of several domestic and international scientific and professional associations and affiliations.

Приредила: Драгана Животић

Edited by: Dragana Životić



Владимир Ивановић (Београд, 1937 – Аустралија, 2016), дипл. инж. рударства, др техничких наука. Школовао се у родном граду, а студије рударства завршио 1962. на Универзитету у Загребу. На Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду магистрирао је 1996, а докторирао 2000. на теми *Истраживање ризика рада од штетности на површинским коповима лежишта руда метала*. Од дипломирања до одласка у пензију 2001. радио је у Рударском институту у Београду, као стручни и виши стручни сарадник, као главни инжењер, шеф групе и начелник Завода за термотехнику, вентилацију и заштиту средине. Радио је на изради студија, пројеката и елабората из вентилације, техничке заштите од агресивног деловања и експлозивности прашине у рудницима и постројењима за припрему минералних сировина, на категоризацији рудника према метану, агресивној минералној и експлозивној угљеној

Vladimir Ivanović (Belgrade 1937 – Australia 2016), graduated engineer of mining, Ph.D. in technical sciences. After completing school in his home town, he studied mining at Zagreb University, where he graduated in 1962. At the Faculty of Mining and Geology of Belgrade University he obtained his M.Sc. in 1996, and a PhD in 2000 on the topic of *Risk Research on Hazards on the surface mines of metal ore deposits*. Since his graduation until his retirement in 2001, he worked at the Mining Institute Belgrade in the following positions: expert associate, senior expert associate, chief engineer, the head of the group and head of the Department for thermotechnics, ventilation and environmental protection. He worked on studies, projects, and proposals concerning ventilation, technical protection against aggressive effects and explosivity of dust in mines and mineral processing facilities, and

прашини. Учествовао је у изради планова одбране и спасавања, саниације рудничких пожара, отпрашивања радне средине, теренских мерења и обраде података мерења. Аутор или коаутор је више од 50 стручних и научних радова објављених у земљи и иностранству. Руководио је или учествовао као сарадник у истраживањима више научних пројеката из заштите и безбедности на раду у рудницама.

Приредио: Ненад Радосављевић

categorization of mines according to methane, aggressive mineral and explosive coal dust. He developed plans for defense and rescue, fire damage restoration, de-dusting, terrain measurement, and terrain measurement data processing. He was the author or co-author of 50 scientific papers published at home and abroad. He participated in or steered a number of scientific projects on mining protection and safety.

Edited by: Nenad Radosavljević

