

**V MEĐUNARODNA KONFERENCIJA**

# **UGALJ 2011**

**Zlatibor, Hotel Palisad, 19-22. oktobar 2011.**

## **ORGANIZATORI**

- **Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet**
- **Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije,  
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju**
- **Univerzitet Goce Delčev, Fakultet prirodnih i tehničkih nauka**
- **Elektroprivreda Srbije**
- **PD RB Kolubara**
- **PD TE-KO Kostolac**
- **Elektroprivreda Republike Srpske**
- **Elektroprivreda Republike Crne Gore**
- **Centre for Solid Fuels Technology and Applications - Athens**
- **Tekon Sistemi - Beograd**

## **U ORGANIZACIJI UČESTVUJU**

- **Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja  
Republike Srbije**
- **Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije**
- **Privredna komora Republike Srbije**

**5th INTERNATIONAL CONFERENCE**

# **COAL 2011**

**Zlatibor, Hotel Palisad, 19-22 October 2011**



## **ORGANIZATORI / ORGANIZERS**

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet /  
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology

Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije, Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju /  
Society of Mining and Geology Engineers of Serbia, Yugoslav Opencast Mining Committee

Univerzitet Goce Delčev, Fakultet prirodnih i tehničkih nauka /  
University Goce Delcev, Faculty of Natural and Technical Sciences

Elektroprivreda Srbije / Electric Power Industry of Serbia

Privredno društvo Rudarski basen Kolubara / Economic Association Mining Basin Kolubara

Privredno društvo Termoelektrane i kopovi Kostolac /  
Economic Association TPP and OCM Kostolac

Elektroprivreda Republike Srpske / Electric Power Industry of Republic of Srpska

Elektroprivreda Crne Gore / Electric Power Industry of Montenegro

Centar za tehnologiju i primenu čvrstih goriva - Atina /  
Centre for Solid Fuels Technology and Applications - Athens

Tekon Sistemi - Beograd / Tekon Systems - Belgrade

## V Međunarodna konferencija

---

---

**UGALJ 2011**

ISBN: 978-86-83497-17-1



**COAL 2011**

ISBN: 978-86-83497-17-1

---

---

5<sup>th</sup> International Conference

### U ORGANIZACIJI UČESTVUJU / SUPPORTED BY

Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja Republike Srbije /  
Ministry of Environment, Mining and Spatial Planning, Republic of Serbia

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije /  
Ministry of Education and Science, Republic of Serbia

Privredna komora Srbije / Chamber of Commerce and Industry of Serbia

Zlatibor, 19-22. oktobar 2011. / Zlatibor, 19-22 October 2011

**V MEĐUNARODNA KONFERENCIJA UGALJ 2011  
ZBORNİK RADOVA**

**V INTERNATIONAL CONFERENCE COAL 2011  
PROCEEDINGS**

**Izdavač / Publisher**

Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju  
Yugoslav Opencast Mining Committee

**Urednik / Editor**

Prof. Dr Vladimir Pavlović

**Tehnička Priprema / Technical design**

Mr Tomislav Šubaranović

**Grafičko rešenje korica / Graphic design**

Saša Stepanović, dipl. inž.

**Tiraž / copies**

200 primeraka

**Štampa / Printed by**

Elvod-print, Lazarevac

© Sva prava zadržava izdavač

© All right reserved

ISBN: 978-86-83497-17-1

Štampanje zbornika radova V Međunarodne konferencije UGALJ 2011 pomoglo je  
Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

## NAUČNI SAVET / SCIENTIFIC COUNCIL

Prof. Dr Vladimir Pavlović, Univerzitet u Beogradu  
Prof. Dr Božo Kolonja, Univerzitet u Beogradu  
Prof. Dr Dragan Ignjatović, Univerzitet u Beogradu  
Prof. Dr Nikola Lilić, Univerzitet u Beogradu  
Prof. Dr Vladislav Kecojević, West Virginia University  
Prof. Dr Zoran Panov, University of Stip  
Prof. Dr G. Pasamehmetoglu, Atilim Technical University  
Prof. Dr Jan Palaski, Universitatea de Tehnologii din Silezia, Polonia  
Prof. Dr Carsten Drebenstedt, TU Bergakademie Freiberg  
Prof. Dr Michael Karmis, Virginia Tech University  
Prof. Dr George Panagiotou, National Technical University of Athens  
Prof. Dr Per Nicolai Martens, RWTH Aachen  
Prof. Dr Lary Thomas, Dargo Associates Ltd., London  
Dr Ratimir Stanić, Rudnik uglja Pljevlja

**POČASNI ORGANIZACIONI ODBOR /  
HONORARY ORGANIZATIONAL COUNCIL**

Prof. Dr Vladica Cvetković, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Nebojša Gojković, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Dr Zlatko Dragosavljević, Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog  
planiranja Republike Srbije

Mr Zoran Teodorović, Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog  
planiranja Republike Srbije

Dragomir Marković, Javno preduzeće Elektroprivreda Srbije

Slobodan Mitrović, Javno preduzeće Elektroprivreda Srbije

Boško Buha, Javno preduzeće Elektroprivreda Srbije

Milan Jakovljević, Javno preduzeće Elektroprivreda Srbije

Nebojša Čeran, Privredno društvo Rudarski basen Kolubara d.o.o.

Dragan Jovanović, Privredno društvo Termoelektrane i kopovi Kostolac d.o.o.

Goran Bojić, Javno preduzeće Podzemna eksploatacija uglja, Resavica

Miroslav Ivković, Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije



## SADRŽAJ

<b>Blagojević Tatjana</b> , Lukić Milan, Pijunović Radoslava, Bročić Vasilije HOMOGENIZACIJA UGLJA POVRŠINSKOG KOPA RAŠKOVAC U CILJU UJEDNAČAVANJA KVALITETA COAL HOMOGENISATION AT THE OPENCAST MINE RAŠKOVAC WITH AIM OF QUALITY BALANCE .....	1
<b>Bošković Saša</b> STRATEŠKO PLANIRANJE RAZVOJA INFORMACIONOG SISTEMA RUDNIKA I TERMOELEKTRANE GACKO STRATEGIC PLANNING FOR THE INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT AT THE MINE AND POWER PLANT GACKO .....	13
<b>Ćorić Slobodan</b> , Pavlović Vladimir, Šubaranović Tomislav PROVERA STABILNOSTI PRVE DEONICE VODONEPROPUSNOG EKRANA NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA DRMNO STABILITY CHECKING OF THE WATERPROOF SCREEN FIRST SECTION AT THE OPENCAST COAL MINE DRMNO .....	18
<b>Danilović Nemanja</b> , Maksimović Marijana IDENTIFIKACIJA POTENCIJALNIH OPASNOSTI U SISTEMU UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ZDRAVLJA I BEZBEDNOŠĆU NA RADU U RUDNICIMA IDENTIFICATION OF POTENTIAL HAZARDS IN THE SYSTEM OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AT WORK IN MINES .....	27
<b>Đurović Mirjana</b> , Božić Boban, Popović Jelena ULOGA MONITORINGA ZAVRŠNIH KOSINA U BEZBEDNOM RAZVOJU POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE ROLE OF FINAL SLOPES MONITORING DUE TO SAFETY DEVELOPMENT OF SURFACE MINING .....	35
<b>Frankland Steve</b> , Thomas Lary TECHNICAL CONSIDERATIONS FOR LIGNITE MINING IN THAR COALFIELD, PAKISTAN .....	45

<b>Gligoric Zoran</b> , Tokalic Rade, Beljic Cedomir, Jovanovic Sasa MODEL OF SELECTION OF LONGWALL ROADWAY DRIVAGE TECHNOLOGY USING FUZZY TOPSIS METHOD .....	53
<b>Gojak Zorica</b> , Mitrović Slobodan, Stanković Ranka, Kitanović Olivera BPUBS: INFORMACIONI SISTEM ZA ISTRAŽNE RADOVE UGLJENIH BASENA SRBIJE BPUBS: AN INFORMATION SYSTEM ON EXPLORATION WORK IN SERBIAN COAL BASINS .....	66
<b>Govedarica Suzana</b> , Majstorović Jelena, Volkov Husović Tatjana, Grujić Snežana ISPITIVANJE UTICAJA SASTAVA UGLJA NA TOPLOTNU VREDNOST GORIVA INFULENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF COAL ON HEATING VALUE .....	74
<b>Hristov Stojan</b> , Dimitrijevic Bojan A METHOD FOR DEFINING THE BOUNDARIES OF AN OPEN PIT ACCORDING TO THE SURFACE .....	79
<b>Ilić Miloje</b> , Životić Dragana, Miladinović Zoran DODATNA UPUTSTVA ZA UGALJ U PREDLOŽENOM NOVOM PRAVILNIKU O IZVEŠTAVANJU O REZULTATIMA GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA, MINERALNIM RESURSIMA I REZERVAMA U SRBIJI ADDITIONAL INSTRUCTIONS FOR COAL IN THE PROPOSED NEW SERBIAN CODE FOR REPORTING OF GEOLOGICAL EXPLORATION RESULTS, MINERAL RESOURCES AND RESERVES .....	89
<b>Ilić Saša</b> DOPRINOS ISTRAŽIVANJU PROCESA REKULTIVACIJE I PRAĆENJA KVALITETA VAZDUHA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA I U OKRUŽENJU CONTRIBUTION TO THE PROCES OF THE RECLAMATION AND AIR QUALITY MONITORING AT OPENCASE MINES AND IN ENVIRONMENT .....	94
<b>Janković Anđelko</b> , Kulić Zoran RIZIK OD POŽARA U SKLADIŠTIMA ROVNOG UGLJA PD RB KOLUBARA THE RISK OF FIRES IN PIT COAL STOCKPILES OF PD RB KOLUBARA .....	99

<b>Ječmenica Z.</b> , Listeš N. STRUKTURNO-TEKTONSKI REZULTATI DETALJNIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA NA LEŽIŠTU MRKOG UGLJA UGLJEVIK - ISTOK STRUCTURAL-TECTONIC RESULTS OF DETAILED GEOLOGICAL EXPLORATION AT THE BROWN COAL DEPOSITS OF UGLJEVIK-EAST .....	116
<b>Jovančić Predrag</b> , Ignjatović Dragan, Novaković Dragan OPTIMIZACIJA REZNIH ELEMENATA ROTORNOG BAGERA PRI OTKOPAVANJU UGLJA OPTIMISATION OF COAL CUTTING BITS ON BUCKET WHEEL EXCAVATORS .....	124
<b>Jovičić Vladan</b> , Teodorović Zoran, Pavlović Vlada STRATEŠKO UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA U FUNKCIJI KONTINUITETA POSLOVANJA RUDARSKIH KOMPANIJA STRATEGIC COSTS MANAGEMENT IN THE FUNCTION OF THE MINING COMPANIES BUSINESS CONTINUITY .....	139
<b>Kečina Milenko</b> , Stanić Ratimir, Gomilanović Miodrag DIGITALNA RUDARSKA GRAFIČKA DOKUMENTACIJA POVRŠINSKOG KOPA POTRLICA DIGITAL GRAPHIC MINING DOCUMENTS FOR THE OPENCAST MINE POTRLICA .....	145
<b>Kezović Miodrag</b> SLOŽENA UGLJONOSNA SERIJA I TEKTONSKE IMPLIKACIJE NA PROSTORU KOLUBARSKOG BASENA COMPLEX COAL SERIES AND TECTONIC IMPLICATIONS IN KOLUBARA BASIN .....	152
<b>Kolonja Božo</b> , Jovanović Mirjana, Tomašević Aleksandra, Kolonja Ljilja, Stanković Ranka OPERATIVNO PLANIRANJE PROIZVODNJE UGLJA NA TAMNAVSKIM KOPOVIMA OPERATIONAL PLANNING OF COAL PRODUCTION IN TAMNAVA OPEN PITS .....	162
<b>Leonardos Marios</b> LIGNITE MINES DUMPS STABILITY - PRINCIPLES AND CASE STUDIES FROM THE GREEK LIGNITE MINES .....	171



<p><b>Majstorović Jelena</b>, Dragana Savić, Rosić Branko, Savković Snežana  REZULTATI VANSTANDARDNIH GEOMEHANIČKIH ISPITIVANJA  NEKOHERETNOG TLA - EKTRAN NA POVRŠINSKOM KOPU DRMNO -  RESULTS OF NON-STANDARD GEOMECHANICAL TESTS OF INCOHERENT  SOIL - DEWATERING SCREEN ON OPEN PIT  MINE DRMNO - .....</p>	182
<p><b>Maksimović Marijana</b>, Danilović Nemanja, Tomašević Gordana  EKOLOŠKI PROBLEMI I ASPEKTI ŽIVOTNE SREDINE VEZANI ZA  EKSPLOATACIJU MINERALNIH SIROVINA  ENVIRONMENTAL ISSUES AND ASPECTS RELATED TO THE MINING  OF RAW MATERIALS .....</p>	191
<p><b>Milanović Radomir</b>, Vuković Zoran, Dimitrijević Bojan, Pavlović Milan  REŠENJE SISTEMA ZA NAVODNJAVANJE SPOLJAŠNJEG  ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA DRMNO  SOLUTION OF THE IRRIGATION SYSTEM FOR THE DRMNO OPEN  PIT MINE OUTER DUMP SOLUTION .....</p>	199
<p><b>Milić Mira</b>  LEŽIŠTE MRKOG UGLJA MILJEVINA KOD FOČE - GEOLOGIJA  I KVALITET  DEPOSIT OF THE COAL MILJEVINA NEAR FOČA - GEOLOGY  AND QUALITY .....</p>	206
<p><b>Milinović Zdravko</b>, Mitrović Slobodan, Šijaković Jelena  ODNOS POZAJMLJENOG I SOPSTVENOG KAPITALA U FINANSIRANJU  INVESTICIONI PODUHVAATA I POSLOVNIH AKTIVNOSTI U  ELEKTROPRIVREDI SRBIJE U USLOVIMA KONTROLISANE INFLACIJE  BORROWED AND OWN CAPITAL CORRELATION IN FINANCING  OF INVESTMENTS AND BUSINESS ACTIVITIES IN ELECTRIC POWER  INDUSTRY OF SERBIA .....</p>	215
<p><b>Palavos Stefanos</b>, Triantafyllou Miltos  THE CONFRONTATION OF THE HARD ROCK FORMATIONS IN THE  SOUTH FIELD MINE / GREECE .....</p>	227
<p><b>Pandžić Slobodan</b>, Milutinović Aleksandar, Ganić Aleksandar, Pandžić Jelena  PRIMENA SAVREMENIH GEODETSKIH TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI  ODREĐIVANJA ZAPREMINA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA UGLJA  APPLICATION OF NEW GEODETIC TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION  OF DETERMINING VOLUME ON OPEN PIT COAL MINE .....</p>	244

<b>Panov Zoran</b> , Jovčevski Sašo, Ristova Emilija, Mitrevski Blagojče, Doneva Blagica TREND ANALYSIS IN ASSESSMENT OF SLOPE STABILITY ON WORKING BENCH IN OPEN PIT COAL MINES .....	254
<b>Pavloudakis Francis</b> , Sachanidis Christos, Roumpos Christos PLANNING LAND RECLAMATION AND USES AT PTOLEMAIS LIGNITE SURFACE MINES COMPLEX .....	263
<b>Pavlović Vladimir</b> STRATEGIJA ZATVARANJA POVRŠINSKIH KOPOVA CLOSING STRATEGY FOR OPENCAST MINES .....	277
<b>Pavlović Vladimir</b> , Radovanović Vladan, Ivković Miroslav, Milanović Radivoje STRATEGIJA UPRAVLJANJA RESURSIMA UGLJA U KOLUBARSKOM I KOSTOLAČKOM BASENU COAL RESOURCES MANAGEMENT STRATEGY IN THE KOLUBARA AND KOSTOLAC BASINS .....	289
<b>Petrović Branko</b> , Šubaranović Tomislav, Vuković Zoran PROVERA STABILNOSTI ZAVRŠNE KOSINE U ODNOSU NA PRVU DEONICU EKRA NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA DRMNO THE OPEN PIT MINE DRMNO STABILITY CHECK OF FINAL SLOPE WITH RESPECT TO THE FIRST PORTION OF THE SHIELD .....	302
<b>Pfütze Martin</b> , Drebenstedt Carsten SELECTIVE MINING OF LIGNITE FOR A MATERIAL UTILIZATION .....	312
<b>Polomčić Dušan</b> , Bajić Dragoljub, Buhač Dragan, 3D HIDRODINAMIČKI MODEL POVRŠINSKOG KOPA POLJE E (KOLUBARSKI UGLJONOSNI BASEN) 3D HYDRODYNAMIC MODEL OF OPEN PIT MINE FIELD E (KOLUBARA'S COAL BASIN) .....	320
<b>Stevanović Petrović Nadežda</b> , Bukvić Branislava, Buhač Dragan ZAŠTITA POVRŠINSKOG KOPA POLJE E OD PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA PROTECTION AREA OF COALFIELD E OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER .....	331

<b>Stojanović Cvjetko, Gajić Anto</b> STRATEGIJSKI MENADŽMENT U FUNCiji ODRŽIVOG RAZVOJA RUDARSKOG BASENA UGLJA STRATEGIC MANAGEMENT IN THE FUNCTION OF COAL MINING BASIN SUSTAINABLE DEVELOPMENT .....	339
<b>Stojanović Cvjetko, Borović Biljana</b> ANALIZA EKONOMSKE EFEKTIVNOSTI ZAMJENE RUDARSKE OPREME NA PRIMJERU POVRŠINSKOG KOPA BOGUTOVO SELO – UGLJEVIK ECONOMIC ANALYSIS OF THE MINING EQUIPMENT REPLACEMENT EFFECTIVENESS AT THE EXAMPLE OF THE OPENCAST MINE BOGUTOVO SELO – UGLJEVIK .....	349
<b>Šubaranović Tomislav, Pavlović Vladimir, Polomčić Dušan</b> HIDRODINAMIČKI PRORAČUN DEONICE 1 EKRANA NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA DRMNO HYDRODYNAMIC CALCULATION OF THE SCREEN SECTION 1 AT THE OPENCAST COAL MINE DRMNO .....	355
<b>Šubaranović Tomislav, Kričak Lazar, Saša Stepanović</b> SISTEMI ZA PRAĆENJE I DALJINSKO UPRAVLJANJE POJEDINIH PROCESA PRI POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI MONITORING AND REMOTE CONTROL SYSTEMS IN VARIOUS PROCESSES DURING SURFACE MINING .....	362
<b>Tomašević Stefan, Kojić Dejan</b> PROCESNI PRISTUP RAZVOJA INFORMACIONOG SISTEMA PRIMENOM BPMN NOTACIJE PROCESS APPROACH TO DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM BY USING OF BPMN NOTATION .....	372
<b>Tošović Radule</b> VRSTE MENADŽERSKOG ODLUČIVANJA U POSLOVANJU PREDUZEĆA TYPES OF MANAGERIAL DECISION MAKING IN BUSINESS ENTERPRISES ..	381
<b>Tošović Radule</b> UPRAVLJANJE POSLOVNIM INVESTICIJAMA, INVESTICIONO ODLUČIVANJE U PREDUZEĆU I EKONOMSKA OCENA LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA MANAGEMENT OF BUSINESS INVESTMENT, INVESTMENT DECISION -MAKING IN THE COMPANY AND ECONOMIC EVALUATION OF MINERAL DEPOSITS .....	393

<p><b>Trbić Milan</b>, Matko-Stamenković Una, Malić Nenad  EKSPERIMENTALNE MJERE ZAŠTITE OD EROZIJE NA UNUTRAŠNJEM  ODLAGALIŠTU POVRŠINSKOG KOPA RAŠKOVAC PRIMJENOM  SAVREMENIH TEHNOLOGIJA  EXPERIMENTAL EROSION MEASURES ON INSIDE DUMPING  SITE OF THE OPENCAST MINE RAŠKOVAC BY MODERN  TECHNOLOGIES USING .....</p>	406
<p><b>Trifunović Mašan</b>, Horvat Goran  RAZMATRANJE MOGUĆNOSTI OTKOPAVANJA HUMUSNOG DIJELA  OTKRIVKE NA POVRŠINSKOM KOPU DRMNO PRIMJENOM  DISKONTINUALNE MEHANIZACIJE  THE CONSIDERATION OF THE EXCAVATION OF HUMUS OVERBURDEN  ON THE OPEN PIT MINE DRMNO BY  DISCONTINUOUS MACHINERY .....</p>	413
<p><b>Vučetić Aleksandar</b>, Pešić Miodrag, Ivoš Vladimir, Vučetić Slobodan  EKONOMSKO-FINANSIJSKA ANALIZA INVESTIRANJA U  POVRŠINSKI KOP UGLJA  ECONOMIC AND FINANCIAL INVESTMENT ANALYSIS IN  COAL MINE .....</p>	423
<p><b>Vukojičić Predrag</b>, Nenić Dušan  EFIKASNO UKLJUČIVANJE INTERESNIH GRUPA U PROCES UPRAVLJANJA  RUDARSKIM PROJEKTIMA  EFFECTIVE INCLUSION OF STAKEHOLDERS IN THE MINING  PROJECT MANAGEMENT PROCESS .....</p>	436
<p><b>Živković Cvetko</b>  LEŽIŠTE MRKOG UGLJA DEREZNA KOD KUČEVA  DEREZNA BROWN COAL DEPOSIT NEAR KUČEVO .....</p>	445
<p><b>Stepanović Saša</b>, Majstorović Jelena, Volkov Husović Tatjana  ANALIZA FIZIČKO-MEHANIČKIH PARAMETARA RADNE SREDINE  POVRŠINSKOG KOPA ČUKARA U FUNKCIJI ODREĐIVANJA  RELEVANTNIH PARAMETARA ZA PRORAČUN FAKTORA  STABILNOSTI KOSINA  PHYSICO-MECHANICAL PARAMETERS ANALYSIS OF OPEN  PIT ČUKARA WORKING ENVIRONMENT IN THE FUNCTION  OF RELEVANT PARAMETERS DETERMINATION FOR SLOPE  STABILITY FACTOR CALCULATION .....</p>	455

<p><b>Stepanović Saša, Šubaranović Tomislav</b>  OSNOVNI RAZVOJNI KONFLIKTI PRI PROSTORNOM PLANIRANJU  KOSTOLAČKOG UGLJENOG BASENA  BASIC DEVELOPMENT CONFLICTS IN S KOSTOLAC COAL BASIN  PATIAL PLANNING .....</p>	461
<p><b>Milosavljević Jelena, Mitrović Slobodan</b>  ISKUSTVO U OBEZBEĐIVANJU FINANSIJSKIH SREDSTAVA  ZA REALIZACIJU PROJEKTA KOD ZAJMODAVCA  EVROPSKE BANKE ZA OBNOVU I RAZVOJ  EXPERIENCE IN PROVIDING FINANCIAL RESOURCES FOR THE  PROJECT IMPLEMENTATION FROM LENDER EBRD .....</p>	469
<p><b>Jovčevski Sašo, Panov Zoran, Manevski Straše, Dimov Gorgi,  Karanakova Stefanovska Radmila</b>  RAZVOJ POVRŠINOG KOPA UGLJA SUVODOL BITOLA  U FUNKCIJI STABILIZACIJA RADNIH KOSINA .....</p>	481
<p><b>Hellinger Frank, Kovačević Aleksandar</b>  ZAHTJEVI KOJE TREBA DA ISPUNE HIDRODINAMIČKE KOMPONENTE  ZA STARTOVANJE POGONA KOD OPREME ZA POVRŠINSKU  EKSPLOATACIJU I OBRADU UGLJA – STUDIJE SLUČAJEVA .....</p>	486

#### 4. ZAKLJUČAK

Jedan od izazova sa kojima se suočavaju sve zainteresovane strane pri zatvaranju površinskih kopova je donošenje racionalnih odluka na osnovu ograničenih informacija ili saznanja zasnovanih na tim odlukama. U interesu je svih strana da se uključe u ovaj proces da bi se obezbedio uravnotežen ishod i razmatranje relevantnih pitanja.

Za donošenje čvrstih odluka o životnoj sredini, koje se donose u vezi sa zatvaranjem površinskih kopova, treba imati u vidu i sledeće:

- Svim interesnim grupama je potreban pristup kvalitetnim, relevantnim i nepristrasnim informacijama čvrsto zasnovanim na naučnom pristupu; al i da
- Kompletni naučni pristup problemu sigurnosti nije i dovoljni preduslov za odgovarajuće mere zaštite životne sredine tamo gde postoji rizik od ozbiljnih neželjenih uticaja.

Imperativ je, pri tome, da sve zainteresovane strane sagledaju problem šire od kratkoročnih profita i da realizuju dugoročna sveobuhvatna strateška istraživanja složenog procesa zatvaranja površinskih kopova. Istraživanja treba projektovati tako da se pruže znanja i informacije na kojima se donose odluke u budućnosti, uz podršku na svim nivoima u oblasti segmenata rudarskog sektora.

U mnogim slučajevima postoji nerealno očekivanje da veće kompanije, kao segmenti rudarskog sektora, sa boljim resursima mogu lako obezbediti vodeću ulogu među zainteresovanim stranama i ostvariti planirane aktivnosti po ovim pitanjima. Međutim, pojava grešaka je veoma moguća kada se odluke donose uz ograničeno poznavanje problematike i nedokazane pretpostavke. Zbog toga kompanije treba slobodno i otvoreno da vrše obaveznu proveru informacija i pretpostavki i vrše stalna istraživanja u ovoj oblasti.

#### LITERATURA

- [1] Australian Government, Department of Industry, (2006), *Mine Closure and Completion*, Tourism and Resources
- [2] *Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit*, (2008), ICMM, London, UK
- [3] *Strategic Framework for Mine Closure*, (2000), Australian and New Zeland Minerals and Energy Council, Mineral Council of Australia
- [4] Pavlović V., (2002), *Rekultivacija površinskih kopova*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
- [5] Pavlović V., (1998), *Sistemi površinske eksploatacije*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
- [6] Robertson A., Shaw S., (2009), *Mine Closure*, Infomine E-Book



### **3D HIDRODINAMIČKI MODEL POVRŠINSKOG KOPA POLJE E (KOLUBARSKI UGLJONOSNI BASEN)**

### **3D HYDRODYNAMIC MODEL OF OPEN PIT MINE FIELD E (KOLUBARA'S COAL BASIN)**

Polomčić D.<sup>1</sup>, Bajić D.<sup>2</sup>, Buhač D.<sup>3</sup>

#### **Apstrakt**

*Projektovanje zaštite površinskog kopa od podzemnih voda danas je olakšano uz primenu hidrodinamičkog modeliranja režima podzemnih voda, kako u prirodnim, tako i u uslovima rada kopa. Mogućnost odabira optimalne varijante tipa, broja i rasporeda drenažnih objekata, kao i vremena njihovog aktiviranja osnovne su karakteristike hidrodinamičkog modela koji se formira u navedene svrhe.*

*Posmatrano u vertikalnom profilu, prema hidrogeološkoj funkciji stenskih masa izdvojeno je ukupno sedam slojeva u površinskom kopu Polje E. Zbog toga je hidrodinamički model koncipiran i izrađen kao višeslojeviti model u okviru koga se nalaze tri izdani (u drugom, četvrtom i šestom modelskom sloju). Izdvajanje ovih slojeva kao i definisanje njihovih kontura, izvršeni su na osnovu analiza sprovedenih brojnih geoloških i hidrogeoloških istraživanja. Zbog složenih hidrodinamičkih uslova na širem području kopa Polje E, model karakteriše veći broj graničnih uslova. Kalibracija modela je izvedena u nestacionarnim uslovima, a jedan od rezultata predstavljaju definisani elementi bilansa prisutnih izdani.*

<sup>1</sup> Prof. dr Dušan Polomčić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Srbija, E-mail: dupol2@gmail.com

<sup>2</sup> Dragoljub Bajić, dipl. inž., PD RB Kolubara d.o.o., Kolubara Projekt, Lazarevac, Srbija

<sup>3</sup> Dragan Buhač, dipl. inž., PD RB Kolubara d.o.o., Kolubara Projekt, Lazarevac, Srbija

*Model na kome je uspešno izvedeno etaloniranje predstavlja osnovno sredstvo u koncipiranju sistema zaštite kopa od podzemnih voda u svih fazama rada kopa.*

## **Abstract**

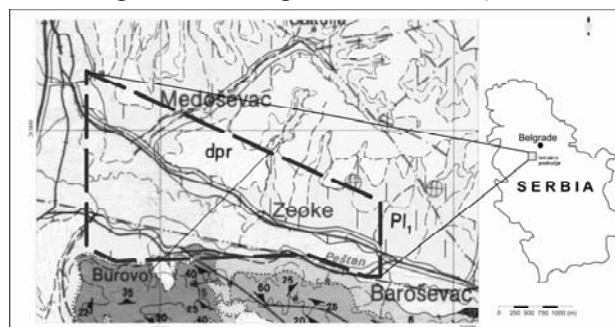
*Design of open pit protection of groundwater is now easier with the use of hydrodynamic modeling of the groundwater regime, both in nature and in conditions of mine. The possibility of choosing the optimal variant type, number and distribution of drainage facilities, as well as the time of their activation are the main characteristics of hydrodynamic models that are formed for such purposes.*

*Observed vertical profile, the hydrogeological function of rock masses has been allocated a total of seven layers of open pit mine Field E. Therefore, the hydrodynamic model designed and built as multilayer model in which there are three aquifers (in the second, fourth and sixth model layer). Extraction of these layers as well as defining their contours, were carried out based on the analysis carried out of numerous geological and hydrogeological investigations. Due to the complex hydrodynamic conditions in the wider area of open pit mine Field E model features a number of boundary conditions. Calibration was performed in transient conditions, and results represent one of the elements defined present groundwater balance.*

*The model on which the calibration is successfully performed a basic tool in designing a system for protection of ground water mining in all stages of birth to mine.*

## **1. UVOD**

Kolubarski ugljonosni basen ubraja se u najveće basene uglja u Republici Srbiji. Obuhvata prostor od oko 600 km<sup>2</sup>. Nalazi se na oko 50 km jugozapadno od Beograda i prostire se u srednjem i donjem toku reke Kolubare i njenih pritoka Tamnave sa leve i Peštana sa desne strane (Slika 1). U geološkoj građi istočnog Kolubarskog basena izdvajaju se delovi izgrađeni od paleozojskih i mezozojskih tvorevina i vulkanita (južni i jugoistočni deo) i delovi izgrađeni od neogenih sedimenata (severoistočni deo) (Slika 1).



Slika 1. Geološka karta istražnog područja



### **1.1. Hidrogeološke karakteristike površinskog kopa Polje E**

Na širem prostoru Kolubarskog basena formirane su tri izdani: povlatna, međuslojna i podinska.

*Povlatna izdan* je formirana u aluvijalnim i gornjepontskim peskovima i šljunkovima u povlati gornjeg ugljenog sloja. U istočnom delu površinskog kopa Polje E i u susednom površinskom kopu Polje C, čiji je kop Polje E normalan nastavak, postoji takođe neposredni kontakt aluvijalne i međuslojne izdani. Obzirom da je u površinskom kopu Polje C došlo do erodovanja i glavnog ugljenog sloja ne postoji mogućnost prelivanja vode iz krovinske izdani glavnog ugljenog sloja u aluvijalnu izdan (lit. 1). Povlatna izdan je na severu presečena rudarskim radovima površinskog kopa Polje D, a na jugu i istoku je u vezi sa aluvijonom reke Peštan. Prihranjivanje izdani vrši se infiltracijom padavina i rečne vode Peštana, a dreniranje je difuzno u dolinskim stranama jaruga i potoka.

*Međuslojna izdan* je formirana između dva ugljena sloja u takozvanim međuslojnim peskovima. Po svom rasprostranjenju, položaju i debljini najznačajniji je kolektor u okviru kolubarskog ugljenog basena. U okviru površinskog kopa Polje E, ova izdan predstavlja produžetak povlatne izdani iz južnog krila kopa Polje D, gde glavni ugljeni sloj predstavlja hidrogeološki podinski izolator. Prihranjivanje međuslojne izdani se vrši u području slobodnog dela izdani gde se infiltrira voda od padavina i u pojedinim zonama kopa Polje C, gde je erodovan gornji ugljeni sloj, pa je u tim delovima aluvijon u neposrednom kontaktu sa međuslojnim peskovima (lit. 2). Dreniranje se vrši prirodnim putem preko aluvijona reke Kolubare, gde je ostvarena hidraulička veza između međuslojne izdani i izdani u aluvijonu reke Kolubare i veštačkim putem, preko vodozahvatnih objekata (bunara).

*Podinska izdan* - formirana je u donjepontskim peskovima ispod glavnog ugljenog sloja i nalazi se ispod nivoa erozionog bazisa i nivoa reka Turije i Peštana. Kako glavni ugljeni sloj zaleže duboko čak i do kote -200 m, to je ova izdan pod pritiskom, jer glavni ugljeni sloj čini povlatu podinske izdani (lit. 1). Prihranjivanje izdani vrši se na terenima van područja Polje E infiltracijom padavina u predelu erodovanog uglja i otkrivenih podinskih peskova, zatim preko infiltracije voda reke Turije. U području aluvijona reke Kolubare dolazi do dreniranja podinske izdani, a do sekundarnog dreniranja dolazi i kroz podinski deo uglja, kroz otvore ostale nakon bušenja, u području jame Junkovac (lit. 1).

## **2. FORMIRANJE HIDRODINAMIČKOG MODELA POVRŠINSKOG KOPA POLJE E**

Izražena litološka slojevitost u vertikalnom profilu i nejednako horizontalno prostiranje litoloških članova imaju za posledicu izraženo horizontalno i vertikalno, odnosno prostorno strujanje podzemnih voda, koje je posebno izraženo u zonama kontakta vodonosnih aluvijalnih peskova i šljunkova sa međuslojnom izdani, i naniže podinskom izdani.

Ovih nekoliko pomenutih činjenica je uticalo na odluku pri izboru osnovnih karakteristika modela, da se pristupi izradi višeslojevitog modela, sa mogućnošću automatske promene karaktera strujnog polja, zavisno od uslova strujanja podzemnih voda.

## 2.1. Diskretizacija strujnog polja i geometrizacija šematizovanih slojeva površinskog kopa Polje E

Hidrodinamički model Površinskog kopa Polje E je koncipiran i izrađen kao višeslojeviti model, sa ukupno sedam slojeva, posmatrano u vertikalnom profilu. Svaki od ovih slojeva odgovara određenom realnom sloju, šematizovanom i izdvojenom na osnovu poznavanja terena i rezultata sprovedenih analiza terenskih istražnih radova. Posmatrano od površine terena, korespondentni slojevi modela i terena su dati u Tabeli 1.

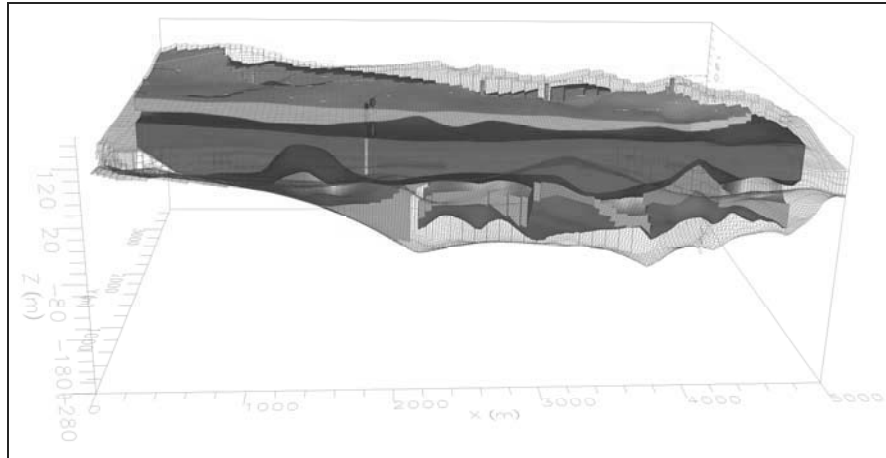
Tabela 1. Korespondentni slojevi modela i terena

Sloj	Opis
Prvi izolatorski sloj	povlatni glinoviti sedimenti kvartarne starosti
Drugi kombinovani vodonosno izolatorski sloj	aluvijalni šljunkovi i peskovi u kojima je formirana povlatna izdan
Treći uglavnom izolatorski sloj	gornji ugljeni sloj, koji na severu i jugu terena prelazi u peskovite sedimente
Četvrti vodonosni sloj	pliocenski peskoviti sedimenti međuslojne izdani
Peti uglavnom izolatorski sloj	glavni ugljeni sloj koji na jugu isklinjava i gde se pojavljuju peskovi podinske izdani i raspadnuti škriljci
Šesti kombinovani vodonosno-izolatorski sloj	peskoviti sedimenti na severnom delu terena u kojima je formirana podinska izdan i koji južno prelaze u glinovite sedimente
Sedmi uglavnom izolatorski sloj	škriljci sa izolovanim partijama peskovitih slojeva u severnom delu terena

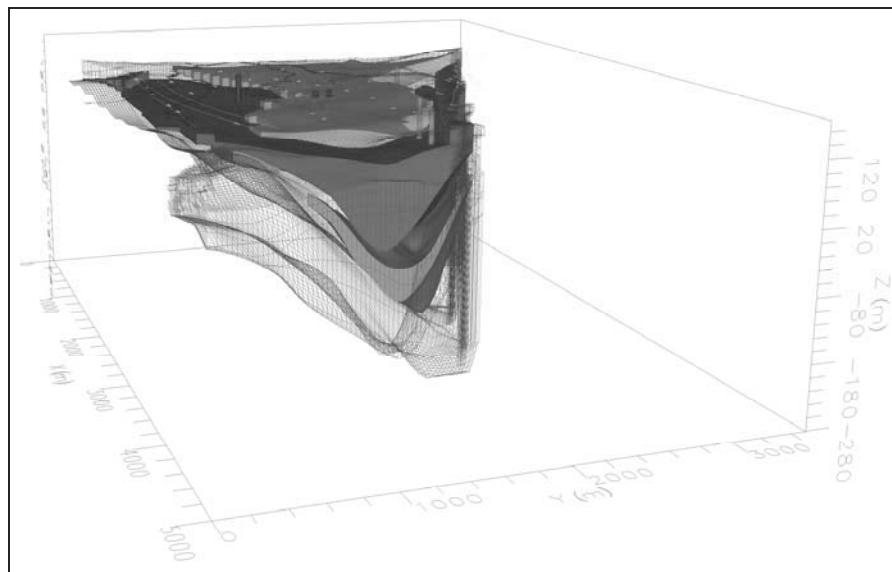
Kao ilustracija navedne šematizacije, na Slici 2 i 3 su prikazani prostorni položaji međuslojne i podinske izdani na površinskom koku Polje E.

Osnovne dimenzije matrice, kojom je obuhvaćen izučavani teren su 5000\*3750 m, što čini 18,75 km<sup>2</sup>. Diskretizacija strujnog polja (Slike 2, 3 i 5) u planu je izvedena sa osnovnom veličinom ćelija 100\*100 m, koje su u zonama bunara i budućih rudarskih radova smanjene na mrežu 12,5\*12,5 m.

Geometrizacija kontura slojeva, njihovo prenošenje u koordinatni sistem modela, izvršena je na osnovu podataka brojnih istražnih bušotina (oko 220) raspoređenih po celom istražnom području.

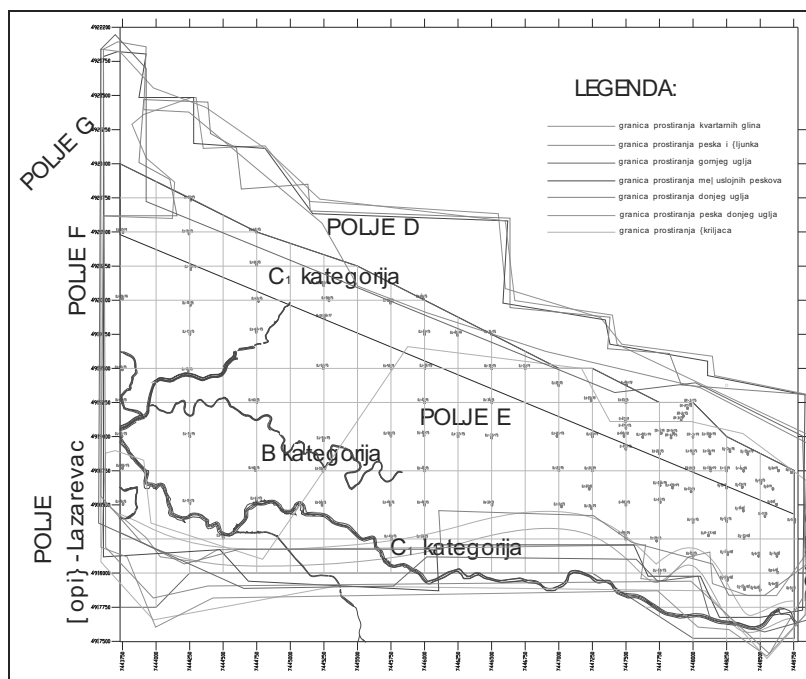


Slika 2. Diksretizacija i zastupljeni tipovi izdani (od površine terena: povlatna, međuslojna i podinska izdan) – presek zapad-istok



Slika 3. Diksretizacija i zastupljeni tipovi izdani (od površine terena: povlatna, međuslojna i podinska izdan) – presek jug-sever

Na Slici 4 data je lokacija bušotina u okviru ležišta uglja na površinskom kopu Polje E, korišćenih za definisanje prostornih karakteristika izdvojenih slojeva.



Slika 4. Karta položaja bušotina i kontura svih litoloških članova ležišta uglja na Polju E

#### Filtracione karakteristike porozne sredine

Koeficijenti filtracije i specifična izdašnost izdani porozne sredine zadavani su kao reprezentativne vrednosti u svakoj ćeliji diskretizacije na osnovu podataka ranijih istraživanja (lit. 1, lit. 5). U tabeli 2 se daje prikaz inicijalnih vrednosti hidrogeoloških parametara koje su uneti u model.

Tabela 2. Vrednosti inicijalnih hidrogeoloških parametara koji su uneti u model

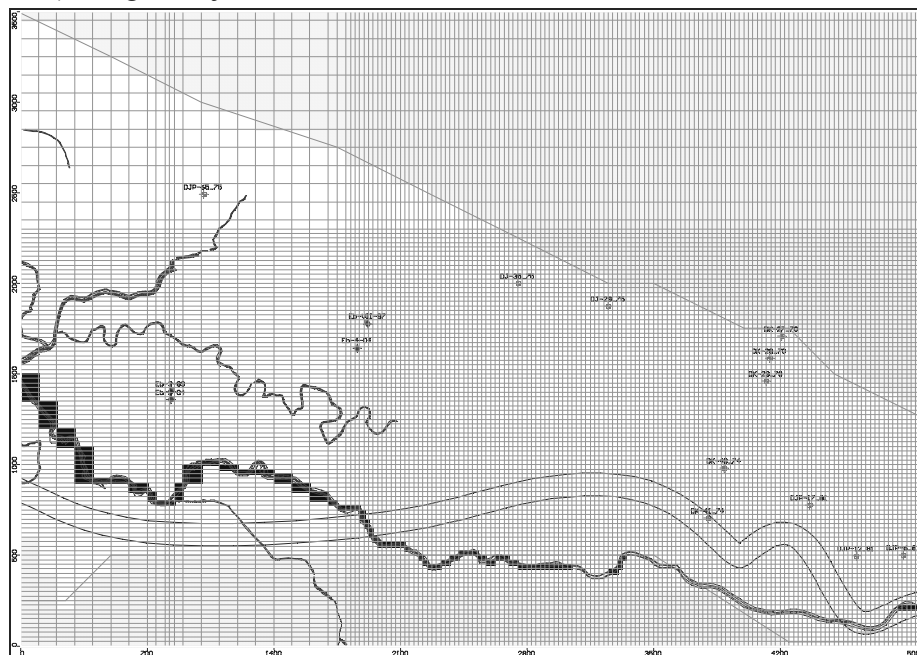
Litostratigrafska jedinica	Koeficijent filtracije (m/s)	Specifično uskladištenje (1/m)	Poroznost (-)
Kvartarne gline	$1 * 10^{-7}$	$1 * 10^{-3}$	0,44
Aluvijalni pesak i šljunak	$1 * 10^{-4}$	$2,2 * 10^{-5}$	0,25
Gornji ugljeni sloj	$1 * 10^{-8}$	$6 * 10^{-5}$	0,1
Pl peskovi međusl. izdani	$7 * 10^{-6} - 5,6 * 10^{-4}$	$1,9 * 10^{-4}$	0,34
Glavni (donji) ugljeni sloj	$1 * 10^{-8}$	$6 * 10^{-5}$	0,08
Podinski sitnoz. pesak	$8,7 * 10^{-7}$	$1 * 10^{-5}$	0,36
Podinske gline	$1 * 10^{-7}$	$1 * 10^{-3}$	0,42
Raspadnuti škriljci	$2,5 * 10^{-6}$	$6,1 * 10^{-5}$	0,1

### Granični uslovi

U hidrodinamičkom modelu površinskog kopa Polje E, primenjeni su sledeći granični uslovi:

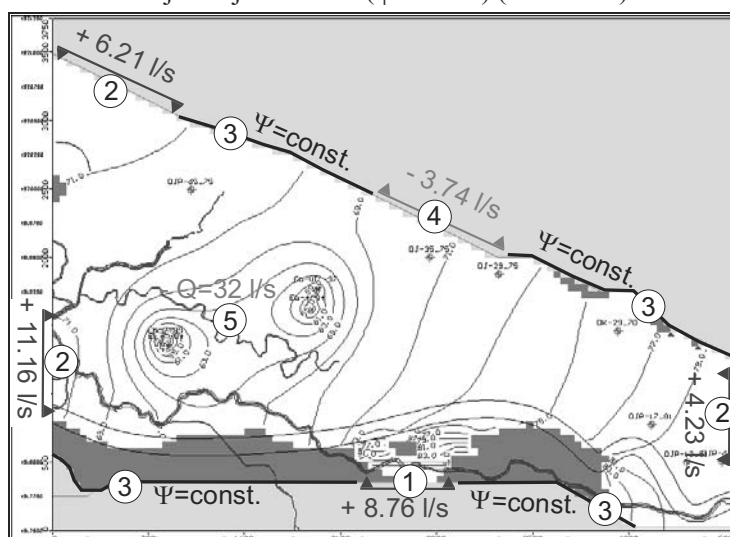
- Granični uslov *reka* (eng. "river boundary");
- Kontura sa poznatim (zadatim proticajem). Specijalan slučaj ovog uslova je vodonepropusna granica, odnosno, u prirodi, granica rasprostranjenja vodonosne sredine, bez doticaja iz zaleđa;
- Granica opšteg pijeziometarskog nivoa;
- Polje mreže diskretizacije, *unutrašnja kontura*, polje sa poznatim, zadatim proticajem i
- *vertikalni bilans*, rezultatna (efektivna) infiltracija.

*Granični uslov reka* - hidraulička uloga reke Peštan na modelu je simulirana sa graničnim uslovom "reka" u površinskim slojevima u okviru Polja E. Smer kretanja vode između reke i izdani zavisi od hipsometrijskog odnosa nivoa podzemnih voda i nivoa u reci. Ukoliko je nivo u reci viši od nivoa podzemnih voda, reka "hrani" izdan, tj. smer tečenja vode je iz reke u izdan. U suprotnom, reka drenira izdan, tj. smer tečenja vode je iz izdani u rečno korito. U hidrodinamičkom modelu ovaj granični uslov je zadat u prvom (Slika 5) i drugom sloju modela.



Slika 5. Prikaz diskretizacije strujnog polja na površinskom kopu Polje E i položaja graničnog uslova reka u okviru prvog sloja modela (crna polja)

Kontura sa poznatim (zadatim) proticajem - za razliku od južne granice modela, čija je kontura definisan delom preko otvorenog rečnog toka (reka Peštan), ostale konture modela nisu mogle biti zadate na ovakav način. Na Slici 6 prikazani su granični uslovi na modelu, u okviru četvrtog šematizovanog sloja u kome egzistira međuslojna izdan. Specijalan slučaj graničnog uslova zadanog proticaja jeste kada proticaj ne postoji ( $q = 0$  l/s), odnosno kada se zadaje strujna kontura ( $\psi = \text{const.}$ ) (Slike 6 i 7).

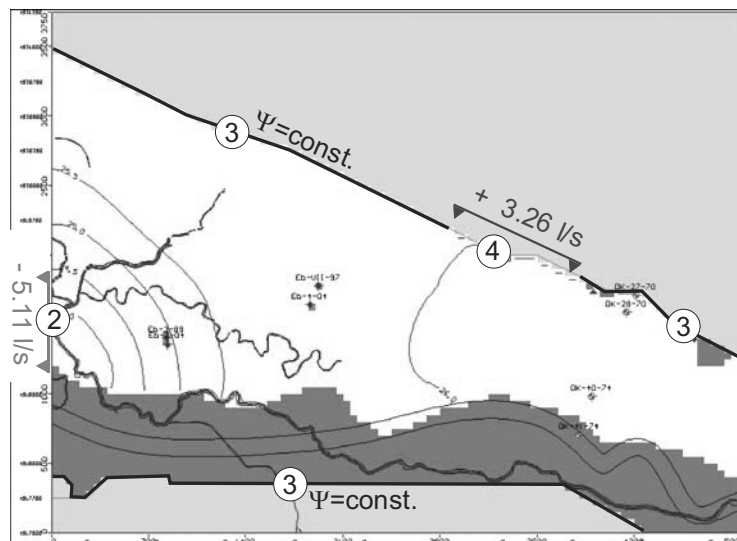


Slika 6. Karta rasporeda pijezometarskog nivoa i elementi bilansa u međuslojnoj izdani (Legenda: 1. infiltracija vode reke Peštan, 2. granični uslov opšti pijezometarski nivo – podzemni doticaj sa zapada, 3. vodonepropusna kontura, 4. granični uslov opšti pijezometarski nivo – isticanje duž radne kosine kopa „Polje D“, 5. granični uslovu nutrašnja kontura sa zdatim proticajem – bunari izvorišta Medoševac)

*Eksploatacioni bunari – “unutrašnja kontura” - čelije sa zdatim proticajem* - na prostoru budućeg površinskog kopa Polje E danas rade 4 eksploataciona bunara na izvorištu Medoševac koja su uključena u sistem vodosnabdevanja stanovništva (Slike 5 i 7). Kapaciteti ovih bunara su zadavani prema registrovanim vrednostima službe na izvorištu (lit. 1).

*Granica opšteg pijezometarskog nivoa* - na hidrodinamičkom modelu površinskog kopa Polje E ovaj tip graničnog uslova je zadan je duž dela zapadne i dela severne konture, i u međuslojnoj i u podinskoj izdani (Slike 6 i 7). Doticaj sa severne kosine (podinksa izdan) je od oko 3-5 l/km/s (lit. 2).

*Efektivna infiltracija* - u ukupnom bilansu podzemnih voda, tzv. “vertikalni bilans” ovde se podrazumeva efektivna, rezultatna infiltracija. Ovu veličinu čini suma infiltracije od padavina, isparavanja sa nivoa podzemnih voda i evapotranspiracija.



Slika 7. Karta rasporeda pijezometarskog nivoa i elementi bilansa u podinskoj izdani (Legenda: 2. granični uslov opšti pijezometarski nivo – isticanje na zapad, 3. vodonepropusna kontura, 4. granični uslov opšti pijezometarski nivo – podzemni doticaj sa severa)

Za potrebe analize veličine efektivne infiltracije obezbeđene su jedino mesečne sume padavina sa kišomerne stanice Stepojevac za period 1991-2006. Vrednosti efektivne infiltracije procenjene na 10% srednjih mesečnih padavina.

## 2.2. Etaloniranje modela

Etaloniranje hidrodinamičkog modela površinskog kopa Polje E je sprovedeno u nestacionarnim uslovima strujanja, sa vremenskim korakom od jednog dana za analizirani vremenski period od godinu dana koji je na nižem nivou iteracija podeljen da 10 delova, nejednakog trajanja (faktor 1,2).

Strujanje podzemnih voda je na modelu računato i simulirano kao realno strujanje, pod pritiskom, ili sa slobodnim nivoom, u svakom polju diskretizacije pojedinačno, pri čemu su uslovi strujanja tokom vremena na modelu menjani u skladu sa realnim uslovima.

U procesu izrade modela, odnosno etaloniranja, za verifikaciju dobijenih rezultata korišćeni su u prvom redu registrovani nivoi u pijezometrima.

Na Slikama 6 i 7 prikazani su rasporedi pijezometarskih nivoa u međuslojnoj i podinskoj izdani sa elementima bilansa podzemnih voda, kao rezultat procesa kalibracije modela.

U analizi bilansa podzemnih voda na kraju vremenskog perioda za koji je obavljeno etaloniranje, zaključeno je da se izdani u površinskom koku Polje E prihranjuju na račun: efektivne infiltracije, infiltracije voda reke Peštan, procurivanjem iz viših izdani u niže, i obodnim horizontalnim doticajem. Sa druge strane, izdani se dreniraju podzemnim oticajem i preko eksploatacionih bunara (međuslojna izdan). Na kraju proračunskog perioda efektivna infiltracija u prvom modelskom sloju je iznosila 3,11 l/s. Infiltracija površinskih voda reke Peštan iznosi 8,76 l/s. U Tabeli 3 dat je prikaz osnovnih elemenata bilansa podzemnih voda međuslojne i podinske izdani obuhvaćene modelom u proračunskom periodu etaloniranja.

Tabela 3. Bilans podzemnih voda međuslojne i podinske izdani hidrodinamičkog modela površinskog kopa Polje E - rezultati etaloniranja (februar 2006.)

Elementi bilansa	Međuslojna izdani		Podinska izdan	
	Doticaj u model (l/s)	Oticaj iz modela (l/s)	Doticaj u model (l/s)	Oticaj iz modela (l/s)
Podzemni doticaj sa severozapada	6,21	-	-	-
Podzemni doticaj sa istoka	4,23	-	-	-
Podzemni doticaj sa jugoistoka	11,16	-	-	-
Procurivanje na jugu	8,76	-	-	-
Oticaj na severu	-	3,74	-	-
Bunari izvorišta	-	32,00	-	-
Podzemni doticaj sa severa	-	-	3,26	-
Podzemni oticaj na zapadu	-	-	-	5,11
<b>Suma</b>	<b>30,36</b>	<b>35,74</b>	<b>3,26</b>	<b>5,11</b>

Iz prikazane tabele može se zaključiti da postoji deficit prihranjivaja međuslojne izdani, odnosno da se ona drenira za 5,38 l/s više nego što se prihranjuje (u analiziranom periodu). Ovo potvrđuje ranije navode da se međuslojna izdan vremenom precrpljuje radom lokalnih izvorišta podzemnih voda, ali i presecanjem podzemnog doticaja usled napredovanja površinskog kopa Polje D. Takođe, i kod podzemne izdani, prema rezultatima etaloniranja modela, prisutan je deficit u rezervama u iznosu od 1,85 l/s. Obzirom da je podinska izdan veoma malo istražena, dobijen deficit u bilansu ove izdani treba uzeti sa rezervom.

### 3. ZAKLJUČAK

U zonama kontakta aluvijalnih peskovito-šljunkovitih sedimenata sa peskovima međuslojne izdani i naniže peskovima podinske izdani, gde se zapaža litološka slojevitost u vertikalnom profilu i nejednako horizontalno rasprostiranje litoloških članova, izraženo je prostorno (3D) strujanje podzemnih voda.



Pri izboru osnovnih karakteristika modela ovo je imalo uticaja, pa je izrađen višeslojeviti hidrodinamički model sa sedam slojeva u vertikalnom profilu.

Za verifikaciju dobijenih rezultata u procesu etaloniranja korišćeni su prikupljeni podaci o nivoima podzemnih voda u piježometrima. Rezultati matematičke simulacije režima podzemnih voda u odnosu na registrovane nivoe podzemnih voda se relativno dobro slažu i usaglašeni su.

Kao rezultat kalibracije modela kvantifikovano je da se izdani u površinskom kopu Polje E prihranjuju na račun efektivne infiltracije (3,11 l/s), infiltracije voda reke Peštan (11,4 l/s), procurivanjem iz viših izdani u niže, i obodnim horizontalnim doticajem. Takođe je utvrđeno da se izdani dreniraju podzemnim oticajem i preko eksploatacionih bunara (međuslojna izdan). Podinska izdan se prihranjuje na delu severne konture u količini od 3,26 l/s, a drenira se na zapadnom delu u količini od 5,11 l/s. Utvrđeno je i da se međuslojna izdan vremenom precrcpljuje (odnosno da se ona drenira za 5,38 l/s više nego što se prihranjuje, u analiziranom periodu) radom lokalnih izvorišta podzemnih voda, ali i presecanjem podzemnog doticaja usled postojanja i napredovanja površinskog kopa Polje D.

## LITERATURA

- [1] Bogdanović V., Ilić Z. i dr., (2007), *Izbor ograničenja i otvaranja površinskog kopa Južno Polje u Kolubarskom ugljonosnom basenu*, Kolubara projekt, Lazarevac
- [2] Buhač D., Polomčić D., (2008), *3D Hydrogeological model of Polje E (Kolubara's coal basin, Serbia)*, IV International Conference Coal 2008 pp. 22-31, Belgrade
- [3] Polomčić D., (2002), *Schematization types of hydrogeological system for setting up the hydrodynamic model*, Proceedings of the XIII Yugoslav symposium of hydrogeology and engineering geology, Herceg Novi, pp. 389-396
- [4] Polomčić D., (2004), *The influence of size of discretization of space and time on the accuracy of results in the conception of the hydrodynamic model*, Papers of Geoinstitut, Belgrade, pp. 197-209
- [5] Polomčić D., (2008), *Hydrodynamical model of the open pit mine Polje C (Kolubara's coal basin, Serbia)*, IV International Conference Coal 2008, pp. 407-419, Belgrade

**Napomena:** Ovaj rad je proistekao iz Projekta 33039 Unapređenje tehnologije površinske eksploatacije lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu, kojeg finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.