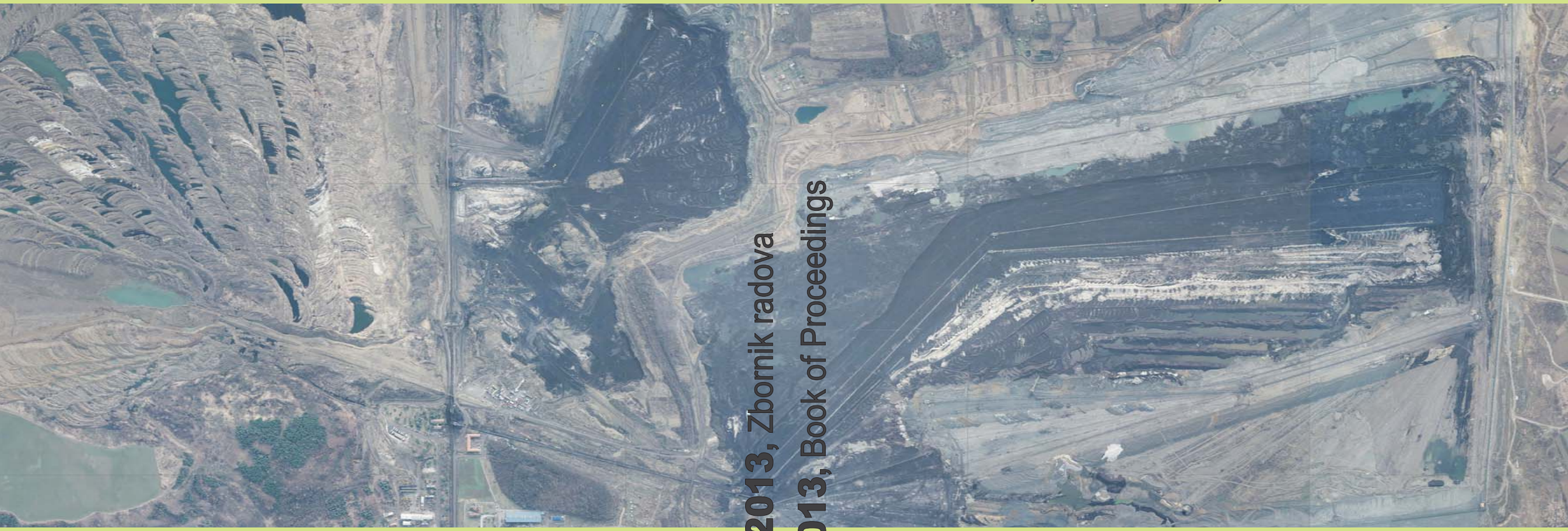
ORGANIZATORI
Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije,
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
Ring Deutscher Bergingenieure, Germany
Elektroprivreda Srbije
PD RB Kolubara
PD TE-KO Kostolac

U ORGANIZACIJI UČESTVUJU
Ministarstvo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja Republike Srbije
Ministarstvo energetike, razvoja i životne sredine Republike Srbije

VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
UGALJ 2013
Zlatibor, Hotel Palisad, 2-5. oktobar 2013.



ORGANIZERS
Society of Mining and Geology Engineers of Serbia
Jugoslav Opencast Mining Committee
Ring Deutscher Bergingenieure, Germany
Electric Power Industry of Serbija
EA MB Kolubara
EA TPP and OCM Kostolac

SUPPORTED BY
Ministry of Natural Resources, Mining and Spatial Planning of Republic of Serbia
Ministry of Energy, Development and Environmental Protection of Republic of Serbia

UGALJ 2013, Zbornik radova
COAL 2013, Book of Proceedings

6th INTERNATIONAL CONFERENCE
COAL 2013
Zlatibor, Hotel Palisad, 2-5 October 2013

VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA

UGALJ 2013

Zlatibor, 2-5. oktobar 2013.

6th INTERNATIONAL CONFERENCE

COAL 2013

Zlatibor, 2-5 October 2013

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA UGALJ 2013
ZBORNIK RADOVA

6th INTERNATIONAL CONFERENCE COAL 2013
PROCEEDINGS

Izdavač
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju

Urednik
Prof. Dr Vladimir Pavlović

Tehnička priprema
Marijana Maksimović, master inž.

Grafičko rešenje korica
Saša Stepanović, dipl. inž.

Tiraž
150 primeraka

Štampa
Colorgrafx, Beograd

© Sva prava zadržava izdavač

ISBN: ISBN 978-86-83497-20-1

VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
UGALJ 2013

6th INTERNATIONAL CONFERENCE
COAL 2013

ORGANIZATORI

Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije, Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
Ring Deutscher Bergingenieure, Germany
Elektroprivreda Srbije
PD Rudarski basen Kolubara
PD Termoelektrane i kopovi Kostolac

U ORGANIZACIJI UČESTVUJU

Ministarstvo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja
Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine

MEĐUNARODNI NAUČNI ODBOR

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, USA
Prof. Dr Zoran Panov, University of Stip, Macedonia
Prof. Dr G. Pasamehmetoglu, Atilim Technical University, Turkey
Prof. Dr Jan Palaski, Universitatea de Tehnologii din Silezia, Polonia
Prof. Dr Carsten Drebenstedt, TU Bergakademie Freiberg, Germany
Prof. Dr Michael Karmis, Virginia Tech University, USA
Prof. Dr George Panagiotou, National Technical University of Athens, Greece
Prof. Dr Per Nicolai Martens, RWTH Aachen, Germany
Dr Larry Thomas, Dargo Associates Ltd, United Kingdom
Dr Rato Stanić, Rudnik i termoelektrana Pljevlja, Montenegro

Zlatibor, 2 - 5. oktobar 2013.

SADRŽAJ

Arsenijević D., Jovanović Ž., Drljević N.
POSTAVLJANJE I TEHNOLOGIJA SELEKTIVNOG RADA NOVOG III BTO SISTEMA POVRŠINSKOG KOPA TAMNAVA-ZAPADNO POLJE
SETTING AND TEHNOLOGY FOR SELECTIVE WORK OF NEW III ECS SYSTEM AT OPEN CAST MINE TAMNAVA WEST FIELD 8

Borović B., Stojanović C., Ječmenica Z.
EKONOMSKA OPRAVDANOST DUGOROČNOG SNABDIJEVANJA APSORBENTOM IZ VLASTITIH IZVORA ZA POTREBE ODSUMPORAVANJA DIMNIH GASOVA TE UGLJEVIK
ECONOMIC JUSTIFICATION FOR LONG-TERM SUPPLY OF ABSORBENT FROM OWN-SOURCE FOR FLUE GAS DESULPHURIZATION TPP UGLJEVIK 9

Cvjetić A., Lilić N., Pantelić U., Straube F.
REFERENTNA MERENJA PRAŠINE I BUKE U SELU BAROŠEVAC
REFERENCE MEASUREMENT OF DUST AND NOISE IN THE VILLAGE BAROŠEVAC 21

Dimitrijević B.
IZBOR REKULTIVACIONOG REŠENJA POVRŠINSKOG KOPA TAMNAVA-ZAPADNO POLJE VIŠEATRIBUTNOM ANALIZOM
SELECTION OF THE LAND RECLAMATION OPTION FOR THE TAMNAVA-WEST FIELD OPEN PIT MINE BY MULTIATTRIBUTE ANALYSIS 37

Đurović M., Božić B., Popović J.
SELEKTIVNO OTKOPAVANJE UGLJA IZ SEVERNE KOSINE POVRŠINSKOG KOPA RAŠKOVAC
SELECTIVE COAL EXCAVATION FROM THE NORTHERN SLOPE OF THE RASKOVAC OPEN PIT MINE 43

Ignjatović D., Jovančić P., Maneski T.
ANALIZA UTICAJA NOVOG POGONA NA KONSTRUKCIJU STRELE ROTORNOG BAGERA ER 1250
ANALYSIS OF EFFECTS OF A NEW DRIVE ON THE BUCKET WHEEL EXCAVATOR ER 1250 BOOM STRUCTURE 57

Ilić M., Jelenković R., Vukas R., Beljić Č.
KORELACIJA RESURSA I REZERVI ČVRSTIH MINERALNIH SIROVINA KODIFIKOVANIH U OKVIRNOJ KLASIFIKACIJI UJEDINJENIH NACIJA I U ZAKONSKOJ REGULATIVI SRBIJE
CORRELATION OF RESOURCES AND RESERVES OF SOLID MINERAL RAW MATERIALS CODIFIED IN THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CLASSIFICATION AND IN SERBIAN LEGISLATURE 67

Ivković M., Horvat G.
IDENTIFIKACIJA I PRIPREMA PROJEKATA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE UGLJA
IDENTIFICATION AND PREPARATION OF ENERGY EFFICIENCY PROJECTS FOR SURFACE COAL MINING SYSTEMS 75

Ivoš V.
PROCESNI MODEL UPRAVLJANJA PROJEKTOM OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA RADLJEVO DO POSTIZANJA PROJEKTOVANOG KAPACITETA
PROJECT MANAGEMENT PROCESS MODEL FOR OPENING AND DEVELOPMENT BY THE OPENCAST MINE RADLJEVO UNTIL THE DESIGN CAPACITY 83

Jovičić V.
MOGUĆI PRISTUP DIZAJNU POSLOVNE ORGANIZACIJE U RUDARSKOM BASENU KOLUBARA
POSSIBLE APPROACH TO DESIGN OF BUSINESS ORGANIZATIONS IN THE KOLUBARA MINING BASIN 95

Jovičić V., Nikolić R.
MODEL UPRAVLJANJA PROCESOM REKULTIVACIJE
MODEL OF THE RECULTIVATION PROCESS 107

Kezović M.
GEOLOŠKE I EKSPLOATACIONE REZERVE UGLJA ZAPADNOG DELA KOLUBARSKOG BASENA
GEOLOGICAL AND MINABLE COAL RESERVES IN THE WESTERN PART OF KOLUBARA COAL BASIN 115

Kezović M.
UGALJ KOLUBARSKOG BASENA
THE COAL OF KOLUBARA BASIN 129

Kostić A., Ilić M.
O TRETMANU ULJNIH ŠEJLOVA U PREDLOŽENOJ NOVOJ ZAKONSKOJ REGULATIVI IZ OBLASTI GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA I RUDARSTVA U SRBIJI
ON THE TREATMENT OF OIL SHALES IN THE PROPOSED NEW LEGISLATION IN THE FIELD OF GEOLOGICAL EXPLORATION AND MINING IN SERBIA 143

Lilić N., Kolonja B., Knežević D., Cvjetić A.
ANALIZA DISTRIBUCIJE PRAŠINE NA PODRUČJU POVRŠINSKOG KOPA UGLJA DELIĆI
DUST DISPERSION ANALYSIS FOR THE DELIĆI OPENCAST COAL MINING AREA 153

Majstorović J., Ilić S., Stepanović S., Savić D.
KOLOIDALNA AKTIVNOST GLINA I GLINENIH PROSLOJAKA LEŽIŠTA UGLJA
COLLOIDAL ACTIVITY OF CLAY AND CLAY LAYERS IN COAL DEPOSIT 163

Malić N., Jakovljević I.
STABILIZACIJA I REKULTIVACIJA KOSINA RUDARSKIH ODLAGALIŠTA PRIMJENOM PROTIVEROZIONIH MREŽA
STABILIZATION AND RECLAMATION OF SLOPES AT MINE DUMP SITES BY APPLICATION OF ANTI-EROSION GRIDS 171

Mitrović S.
NEKONVENCIONALNE METODE PROCENE INVESTICIONIH PROJEKATA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI UGLJA
UNCONVENTIONAL ASSESSMENT OF INVESTMENT PROJECTS IN SURFACE COAL MINING 181

Pavlović V.
KOMPONENTE ODRŽIVOG RAZVOJA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE UGLJA U KOLUBARSKOM BASENU
COMPONENTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SURFACE MINING IN KOLUBARA BASIN 189

Pavlović V., Ignjatović D., Stepanović S., Petrović B.
METODOLOGIJA IZBORA ROTORNOG BAGERA ZA SELEKTIVNU EKSPLOATACIJU UGLJA
METHODOLOGY OF THE BUCKET WHEEL EXCAVATOR SELECTION FOR SELECTIVE COAL MINING 195

Pavlović V., Ignjatović D., Šubaranović T., Laković D.
SITUACIONA ANALIZA KRIZE POSLOVANJA U RUDARSKIM KOMPANIJAMA ELEKTROPRIVREDE SRBIJE
SITUATION ANALYSIS OF BUSINESS CRISIS IN MINING COMPANIES OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA 211

Pavlović V., Ivezić D., Ignjatović D.
SEKTOR UGLJA U NACRTU STRATEGIJE RAZVOJA ENERGETIKE REPUBLIKE SRBIJE DO 2025. GODINE SA PROJEKCIJAMA DO 2030. GODINE
COAL SECTOR IN THE SERBIAN ENERGY DEVELOPMENT STRATEGY DRAFT TILL THE YEAR 2025 WITH PROJECTION TO THE YEAR 2030 223

Pavlović V., Šubaranović T., Polomčić D.
POUZDANOST ODVODNJAVANJA LINIJAMA BUNARA
RELIABILITY OF LINES BY DEWATERING WELLS 233

Petrović B., Radisavljević Z., Milošević D.
ZNAČAJ ANALIZE STABILNOSTI KOSINA ZA
PROCES EKSPLOATACIJE UGLJA U RB KOLUBARA
SIGNIFICANCE OF SLOPE STABILITY ANALYSIS FOR
EXPLOITATION PROCESS IN MB KOLUBARA 245

Pfutze M., Drebenstedt C.
APPROACHES FOR THE USE OF SENSOR TECHNOLOGY
FOR A QUALITY-CONTROLLED SELECTIVE MINING IN
GERMAN OPENCAST LIGNITE MINES 251

Polomčić D., Pavlović V., Bajić D., Šubaranović T.
EFEKTI VIŠEGODIŠNJEG RADA IZVORIŠTA PEŠTAN U
FUNKCIJI PREDODVODNJAVANJA BUDUĆIH PO
VRŠINSKIH KOPOVA KOLUBARSKOG BASENA
MULTIANNUAL EFFECTS OF PEŠTAN SOURCE OPERATION
IN THE FUNCTION OF PREDEWATERING THE FUTURE
KOLUBARA BASIN OPENCAST MINES 259

Schwarzenberg T.
EMISSION CONTROL AND PROTECTION OF THE
ENVIRONMENT AT RWE POWER LIGNITE OPENCAST MINES 267

Stanić R., Gomilanović M, Stanić N.
OCJENA MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE UGLJA IZ LEŽIŠTA
PLJEVALJSKOG BASENA ZA POTREBE TE PLJEVLJA I I TE PLJEVLJA II
EVALUATION OF THE POSSIBILITIES FOR COAL PRODUCTION
FROM THE PLJEVALJ BASIN DEPOSIT FOR TPP PLJEVLJA I
AND TPP PLJEVLJA II REGUREMENTS 281

Stevanović-Petrović N., Stojanović S., Cojić M.
IZMEŠTANJE DELA KORITA REKE PEŠTAN U SVRHU
OTVARANJA NOVOG POVRŠINSKOG KOPA POLJE E -
KOLUBARSKI UGLJONOSNI BASEN
PESTAN RIVERBED REPLACING FOR OPENING PHASE OF
NEW OPEN PIT E - KOLUBARA COAL BASIN 293

Stojaković M., Jakovljević I., Blagojević T.
UPRAVLJANJE KALITETOM UGLJA NA LEŽIŠTU RAŠKOVAC
U EFT-RUDNIK I TERMOELEKTRANA STANARI D.O.O.
COAL QUALITY MANAGEMENT ON DEPOSIT RAŠKOVAC
IN THE EFT-MINE AND THERMAL POWER PLANT STANARI LTD. 301

Stojanović C.
RAZVOJ MODELA UPRAVLJANJA RIZIKOM U POVRŠINSKOJ
EKSPLOATACIJI MINERALNIH SIROVINA
DEVELOPMENT OF THE RISK MANAGEMENT MODEL
FOR SURFACE MINING OF RAW MINERALS 313

Stojanović C., Stepanović S.
DEFINISANJE TEHNOLOGIJE I KAPACITETA HIDRAULIČNOG BAGERA KAŠIKARA NA SELEKTIVNOM OTKOPAVANJU UGLJA PO MODELU SIMULACIJE KARAKTERISTIČNIH SLUČAJEVA
DEFINITION OF TECHNOLOGY AND CAPACITY OF HYDRAULIC SHOVELS IN COAL SELECTIVE MINING BASED ON THE SIMULATION MODEL OF CHARACTERISTIC CASES 323

Thomas L. P.
COAL RESOURCES ANS RESERVES
REZERVE I RESURSI UGLJA 337

Tošović R.
POSLOVNI PROGRAMI KAO ELEMENTI PLANSKOG ODLUČIVANJA U PREDUZEĆU
BUSINESS PROGRAMS AS ELEMENTS OF PLANNING DECISIONS IN THE COMPANY 357

Tošović R.
SAVREMENI PRISTUPI EKONOMSKOJ OCENI MINERALNIH RESURSA U USLOVIMA TRŽIŠNE MINERALNE EKONOMIJE
A MODERN APPROACHES TO ECONOMIC EVALUATION OF MINERAL RESOURCES IN CONDITIONS MINERAL MARKET ECONOMY THE COMPANY 371

Urošević D., Anđelić B., Đurović R., Urošević U.
GEOSINTETSKI GLINENI SLOJ ILI SLOJ OD POLIELEKTROLITNOG GELA ZA NEPROPUSNE BARIJERE PRI IZGRADNJI I SANACIJI DEPONIJA RUDARSKOG I INDUSTRIJSKOG OTPADA
GEOSYNTHETIC CLAY LAYER OR STRATA FROM POLYELECTROLYTE GEL FOR IMPERMEABLE BARRIERS DURING CONSTRUCTION AND REHABILITATION OF MINING AND INDUSTRIAL WASTE DUMPS 383

Urošević D., Mitić D., Đurović R.
PRIMENA NOVIH MATERIJALA PRI HIDRAULIČKOM TRANSPORTU I KONSTRUKCIJAMA U RUDARSTVU
APPLICATION OF NEW MATERIALS DURING HYDRAULIC TRANSPORTATION AND CONSTRUCTIONS IN THE MINING 395

Vićentić M., Ivanković G., Radović Z.
UTICAJ BUKE NA ZDRAVLJE ZAPOSLENIH RADNIKA U OGRANKU POVRŠINSKI KOPOVI KOJI RADE NA RADNOM MESTU RUKOVAOCA TRANSPORTERA SA TRAKOM
NOISE IMPACT ON HEALTH OF THE WORKER AT THE BRANCH SURFACE MINES ON CONVEYOR STATION OPERATOR 407

Vuković B.
REVITALIZACIJA KONTINUALNIH SISTEMA NA POVRŠINSKOM KOPU GRAČANICA-GACKO
REHABILITATION OF CONTINUOUS SISTEMS ON THE OPENCAST MINE GRAČANICA-GACKO 415

EKONOMSKA OPRAVDANOST DUGOROČNOG SNABDIJEVANJA APSORBENTOM IZ VLASTITIH IZVORA ZA POTREBE ODSUMPORAVANJA DIMNIH GASOVA TE UGLJEVIK

ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE LONG-TERM SUPPLY OF ABSORBENT FOR FLUE GAS DESUFURATION REQUIREMENTS FROM OWN RESOURCES OF THE TPP UGLJEVIK

Borović B.[1], Stojanović C.[2], Ječmenica Z.[3]

Apstrakt

Rudnik i termoelektrana Ugljevik predstavlja prvu kompaniju u regionu, koja je je konkretnim projektima krenula u ispunjenje svojih obaveza, definisanih legislativom EU i Republike Srpske, iz oblasti zaštite životne sredine i realizaciju jasno proklamovanog cilja o RiTE kao uspješnoj i društveno odgovornoj kompaniji. Projekat odsumporavanja dimnih gasova (ODG) u TE Ugljevik u tom smislu zauzima ključno mjesto, pogotovo što je postojala opasnost da zbog velike emisije SO2 rad termoelektrane bude doveden u pitanje i prije isteka životnog vijeka. Pitanje apsorbenta u procesu ODG zauzima značajno mjesto, kako zbog ključnog uticaja na efikasnost procesa, tako i zbog znatnog udjela ukupnim operativnim troškovima postrojenja za ODG. U cilju smanjenja ovog udjela menadžment Preduzeća se opredjelio za snabdijevanje apsorbentom, karbonatom iz vlastitih resursa, a opravdanost ovakve odluke je predmet ovog rada.

Ključne riječi: Termoelektrana, postrojenje za ODG, emisija SO_2, apsorbent

[1] Borović Biljana, ZP RiTE Ugljevik, Ugljevik, BiH, Republika Srpska
[2] Mr Cvjetko Stojanović, ZP RiTE Ugljevik, Ugljevik, BiH, Republika Srpska
[3] Mr Ječmenica Zlatko, ZP RiTE Ugljevik, Ugljevik, BiH, Republika Srpska

Abstract

Mine and Thermal Power Plant (TPP) Ugljevik is the first company in the region, which, through specific projects, began fulfilling its obligations as defined by environmental legislations of the EU and the Republic of Srpska, as well as the implementation of a clearly defined goal of the TPP as a successful and socially responsible company. In this context, Flue Gas Desulphurisation (FGD) Project in TPP Ugljevik represents a crucial undertaking, particularly when considering the fact that, due to extremely high SO_2 levels, a real danger of shutting down the Power Plant before the end of its lifetime, represented one of the options. The absorbent issue represents a very significant factor in the FGD process, both due to its key influence onto the efficiency of the process, and since it represents a significant share of total operating costs of the FGD plant. In order to decrease the aforementioned share, the Company's management decided on utilising the carbonate absorbent from its own resources, while the justification of such decision represents the subject of this Paper.

Keywords: thermal power plant, FGD plant, SO_2 emission, absorbent

1. UVOD

Značaj uglja Ugljevičkog basena, kao strateške energetske sirovine ali istovremeno i velikog potencijala za društveno ekonomski i privredni razvoj države i lokalne samouprave i pored svih negativnih uticaja koje nosi rudartvo, prepoznaju sve zainteresovane strane: Republika Srpska, Elektroprivreda Republike Srpske, RiTE Ugljevik, lokalna samouprava Ugljevika kao i susjedne Bijeljina i Lopare.

Planskim dokumentima Vlade Republike Srpske i RiTE Ugljevik predviđeni radni vijek termoelektrane Ugljevik I je do 2039. godine. Sa godišnjom potrošnjom od 1,7 miliona tona uglja, za predviđeni radni vijek, potrebno je obezbjediti oko 45 miliona tona uglja. Ukupna količina potrebnog uglja, za analizirani period uključujući godišnje do 50.000 tona za široku potrošnju, iznosi oko 46,5 miliona tona.

Osnovno gorivo elektrane je rovni mrki ugalj, koji se eksploatiše iz površinskog kopa Bogutovo Selo. Ugalj sadrži visok nivo sumpora (približno 5-6%) i ima kaloričnu vrijednost od 10.000 - 13.000 kJ/kg. Kako je za nesmetan i kontinuiran rad ZP RiTE Ugljevik nephodno ispunjenje brojnih zahtjeva koji se tiču zaštite životne sredine, odnosno drugih propisa iz oblasti zaštite zdravlja i bezbjednosti zaposlenih te ostalih građana na širem i užem lokalitetu sazrela je i potreba za konačno finaliziranje projekta odsumporavanja dimnih gasova termoelektrane Ugljevik. Ovo tim prije što je postojala i postoji opasnost zaustavljanja rada i prije isteka njenog životnog vijeka.

Treba napomenuti da su već ranije obezbjeđena su sredstva iz kredita Japanske vlade (JICA) te da je završena izrada Konceptualne (Idejne) studije, koja je predstavljala i osnov za pretkvalifikaciju potencijalnih izvođača, a potom i za potpuno definisanje Tenderskog dokumenta.

Uvažavajući činjenicu, da je udio apsorbenta u ukupnim operativnim troškovima budućeg ODG postrojenja najdominantniji (i više od 50%), čitav jedan odjeljak Idejne studije istraživao je mogućnosti za snabdijevanje karbonatom, kao apsorbentom za ODG sistem. Za ovo istraživanje bile su potrebne relevantne informacije kao što su: potencijalni dobavljači i izvori snabdijevanja, pouzdanost snabdijevanja, logistika, kvalitet i podobnost za vlažni ODG proces. Ovako značajna količina karbonata (26 t/h, odnosno 4.800 tona nedeljno potrebnog apsorbenta u krugu Termoelektrane), kao i veoma uticajan faktor transporta opredjelile su investitora, uz saglasnost konsultanta i JICA, da rješenje pronađe, na užem prostoru Ugljevika.

U zaključku Elaborata o kvalitetu i rezervama karbonata Ugljevika kao sirovinske baze za proces odsumporavanja dimnih gasova iz Termoelektrane Ugljevik naglašeno je da na prostoru Ugljevika postoji više karbonatnih ležišta koja kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama predstavljaju realnu osnovu za eksploataciju u navedenu svrhu. Uvažavajući niz bitnih faktora (udaljenost, naseljenost, povezanost sa već otvorenim površinskim kopom i odlagalištima, transport itd.) izvršen je izbor lokacije ležišta karbonata, koja treba da bude predmet daljih aktivnosti, za koju se smatra da može zadovoljiti zahtjeve za potrebnim apsorbentom budućeg postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova TE Ugljevik.

Pozitivni efekti ovog projekta na širu društvenu zajednicu kao i na Republiku Srpsku u cjelini su višestruki. Planirano poslovanje dovešće do porasta budžetskih prihoda lokalne zajednice i Republike Srpske kroz uplate preduzeća po osnovu zakonskih obaveza (porezi, koncesiona naknada i dr.). Mogu se očekivati i pozitivni efekti na zapošljavanje. Mada se porast apsolutnog broja zaposlenih u odnosu na trenutno stanje na Rudniku (838), odnosno preduzeću (1826 radnika) neće značajnije povećati (planirano je ukupno novih 17 radnika), tokom životnog vijeka investicije od 30-tak godina, značajan broj trenutno zaposlenih će biti penzionisan, a na njihovo mjesto će se zaposliti novi radnici čime će se smanjiti broj nezaposlenih na tržištu rada.

Predviđena ukupna investiciona ulaganja u razvoj ovog rudarskog objekta su oko 7.3 miliona KM što znači da investiciona ulaganja po novozaposlenom radniku iznose 429.411 KM, odnosno 3.961 KM po radniku, ako se uzme u obzir ukupan broj zaposlenih u preduzeću. Tokom investicione izgradnje i kasnije tokom eksploatacije poštovaće se svi zakoni iz oblasti zaštite životne sredine što će imati pozitivan efekat na okruženje. Realizacijom projekta

odsumporavanja dimnih gasove Termoelektrane Ugljevik Republika Srpska će na međunarodnom planu lakše ispunjavati svoje obaveze iz Ugovora o Energetskoj zajednici jugoistočne Evrope. Pozitivni efekti očekuju se i u pogledu ubrzavanja liberalizacija tržišta električne energije kao i njegova integracija u tržište EU.

Usled specifičnosti projekta dugoročnog snabdijevanja apsorbentom za potrebe odsumporavanja dimnih gasova TE Ugljevik, isključiva uloga novog površinskog kopa karbonata u istom je obezbjeđivanje potrebnih količina za nesmetano funkcionisanje ovog procesa. S toga se ostvarena dobit na godišnjem nivou iskazuje na ostvarenoj uštedi koja proističe iz razlike između proizvodne cijene karbonata na novootvorenom kopu, odnosno cijene na ulazu u TE i najpovoljnije trenutne cijene u okruženju i šire.

2. ANALIZA I OCENA INVESTICIONOG PROJEKTA

Iz razloga značajnog udjela snabdijevanja absorbentom u ukupnim operativnim troškovima procesa odsumporavanja dimnih gasova, kao veoma važno nametnulo se pitanje pronalaženja optimalnog izvora snabdijevanja krečnjaka uvažavajući kriterijume kvaliteta, dostupnosti i pouzdanosti snabdjevanja.

Saglasno navedenom, prikupljeni su podaci od lokalnih i regionalnih kompanija koje se bave proizvodnjom krečnjaka. Identifikovano je više kompanija:

Carmeuse, Doboj

Cijena krečnjaka 0-30 mm iz Doboja (BiH): 16 €/t (31,30 BAM) dostavljen kamionom, na bazi 300.000 t/god.

Lafarge, Srbija

Cijena po jedinici krečnjaka u prahu 25-30 €/t, a granulacija krečnjaka 63 μm (≥ 90%). Obim godišnje isporuke krečnjaka u prahu za TE Ugljevik prema zahtjevu TE Ugljevik je 200.000 t

Ravnaja, Mali Zvornik,

Krečnjački agregat, granulacije 2-4, 4-8; 8-11; 8-16; 16-22; 16-31,5 mm 516,00 DIN/t, (8,65 BAM/t), 608,88 DIN/t(10,20 BAM/t) sa PDV. Cijene su na paritetu franko skladište prodavca.

Nexe- Jelen Do

Krečnjački agregat, granulacije 8-16;16-31,5 mm 590,00 DIN/t (9,90 BAM/t), 696,20 DIN/t (11,70 BAM/t) sa PDV. Cijene su na paritetu franko skladište prodavca.

Ruding, Ugljevik

Krečnjački agregat, granulacije 0-30 mm 21,90 BAM/m^3, dostavljen kamionom.

Dobijeni podaci su pristigli kao odgovor na upit RiTE Ugljevik, tokom aktivnosti na realizaciji Projekta izgradnje postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova u TE Ugljevik, u formi pisma interesovanja, kao i na osnovu realizovane ponude za RiTE Ugljevik od strane kompanije RUDING AD Ugljevik.

Procjenjena cijena krečnjaka sa novog Površinskog kopa krečnjaka RiTE ima vrlo realnu tendenciju ka nižoj vrijednosti uzimajući u obzir činjenice da su za ovo razmatranje uzete najnepovoljnija opcija transporta, kao i da je zanemareno niz komparativnih prednosti lokacije sa aspekta proizvodnje.

U Tabeli 1 prikazani su analizirani prijedlozi za snabdijevanje karbonatom, a u Tabeli 2 procenjena cena karbonata.

Tabela 1. Analizirani prijedlozi za snabdijevanje karbonatom

Snabdijevač	RUDING AD Ugljevik	Carmeuse Doboj	Ravnaja Mali Zvornik	nexe Jelen Do AD	Novi Površinski kop RiTE
Prijedlog	Realizovana ponuda za RiTE Ugljevik 2012. godine	Budžet 07./18.05.2012	Pismo interesovanja 20.07.2012	Pismo interesovanja 20.07.2012	Procjenjeno
Drobljeni krečnjak	**10,95 BAM/t**	**32,00 BAM/t**	**28,20 BAM/t**	**37,70 BAM/t**	**5,5 BAM/t**
Isporuka do Ugljevika	uključena	uključena	uključena	uključena	uključena

Tabela 2. Procjena cijena karbonata (BAM/t)

Snabdijevač	Ruding Ugljevik	Carmeuse Doboj	Ravnaja M.Zvornik	Nexe- Jelen Do AD	Novi Površinski kop RiTE
Pretpostavljeni troškovi transporta					
Kiper, 120 km		**18 BAM**		**26 BAM**	
Kiper do 20 km	**3 BAM**				**1,00 BAM**
Troškovi apsorbenta franko kamenolom	**8 BAM**	**14 BAM**	**10,20 BAM**	**11,70 BAM**	**4,5 BAM**

Usled specifičnosti projekta dugoročnog snabdijevanja apsorbentom za potrebe odsumporavanja dimnih gasova TE Ugljevik, isključiva uloga novog površinskog kopa karbonata u istom je obezbjeđivanje potrebnih količina za nesmetano funkcionisanje ovog procesa.

S toga se ostvarena dobit na godišnjem nivou iskazuje na ostvarenoj uštedi koja proističe iz razlike između proizvodne cijene karbonata na novootvorenom kopu, odnosno cijene na ulazu u TE i najpovoljnije trenutne cijene u okruženju i šire.

Na osnovu Tabele 2, poređenje je izvršeno u odnosu na cijenu srodnog krečnjaka preduzeća AD Ruding, koja iznosi 11 KM/t. Dobijena razlika iznosi 5,5 KM/t i na osnovu potrebne količine karbonata za ODG sistem od 200.000 t godišnje, ostvarena dobit iznosi 1.100.000 KM godišnje.

Statička ocjena efikasnosti

Statička ocjena bazira se na pokazateljima koji se izvode iz podataka iz novčanih tokova (bilansa uspeha i finansijskog toka) u reprezentativnoj godini životnog vijeka projekta (obično se uzima 5. godina - godina kada je postignut projektovani kapacitet kopa. Postoji veliki broj ovih pokazatelja, a ovdje će biti posmatrani sledeći statički pokazatelji:

- Rentabilnost = Neto dobit/Ukupne investicije = **12.3%**
- Ekonomičnost = Neto dobit / Ukupan prihod = **40.9%**
- Reproduktivnost = (Neto dobit+Amortizacija)/Ukupne investicije = **12.3%**
- Prosječna profitna stopa investicionog projekta: **14.4%**

Generalna ocjena bilansa uspjeha i finansijskog toka

Kako se radi o investicionom projektu koji je praktično vezan za snabdijevanje poznatog potrošača (Postrojenje za odsumporavane RiTE Ugljevik) ovdje nema negativnog finansijskog rezultata u godinama intenzivnog ulaganja. Umjesto toga postoje određena smanjenja neto dobiti zbog povećanih troškova.

Prag rentabilnosti

Utvrđeni prag rentabilnosti (Tabela 3), uz proizvodne troškove od 5.5.KM/t je godišnja proizvodnja oko 60.000 tona karbonata. Proizvodni troškovi mogu da porastu od 5.5 KM do 11 KM/t, za puni kapacitet od 200.000 tona godišnje, a da projekat bude rentabilan. Projekat je rentabilan i u slučaju da nabavna cijena karbonata se smanji na nivo do 5.5 KM/t za puni kapacitet. Investiciona ulaganja mogu da porastu i do 35% a da projekat bude rentabilan. Troškovi koncesione naknade za ustupljeno pravo (čl. 29. Zakona o koncesijama, Službeni glasnik RS, br. 59/13 i čl. 3. i 13. Pravilnika o utvrđivanju kriterijuma za određivanje visine koncesione naknade, Službeni glasnik RS, br. 5/03), iznose **16.500 KM.** Troškovi koncesione naknade za korišćenje obračunati su 4% od projektovanog prihoda (110.000 KM/god.) i

iznose **44.000 KM,** za puni kapacitet od 200 000 tona (čl. 29. Zakona o koncesijama, Službeni glasnik RS, br. 59/13 i čl. 3. i 14. Pravilnika o utvrđivanju kriterijuma za određivanje visine koncesione naknade, Službeni glasnik RS, br. 5/03).

Tabela 3. Prag rentabilnosti projekta

Prag rentabilnosti				
	Projektovani kapacitet 200000 t/god.			
Iskorišćenost kapaciteta t	60000	100000	150000	200000
Poslovni prihodi	660000	1100000	1650000	2200000
UKUPNI PRIHODI	660000	1100000	1650000	2200000
Troškovi koncesione naknade	13200	22000	33000	44000
Investiciono tekuće održavanje	17900	252000	34800	40000
Troškovi zarada, i naknada zarada	260000	270000	278000	287000
Troškovi amortizacije	130000	130000	130000	130000
Nematerijalni troškovi	10000	11000	12000	13000
Troškovi proizvodnje po normativima	111000	185500	278250	371000
Troškovi rekultivacije	10000	12000	13000	15000
Troškovi transporta do termoelektrane	60000	100000	150000	200000
UKUPNI RASHODI	593120	755700	929050	1100000
BRUTO DOBIT	**66880**	**344300**	**720950**	**1100000**

Dinamička ocjena efikasnosti investicije

Kod dinamičke ocjene efikasnosti investicije generalno postoje tri osnovne metode: **Povraćaj** (PB - Pay Back); **Neto sadašnja vrijednost** (NPV – Net Present Value) i **Interna stopa povraćaja** (IRR - Internal Rate of Return). Sve analize zavise od predviđanja troškova i dobiti i dinamičkog plana trošenja i priliva novca, tako da se isti princip koristi bilo da se odluka odnosi na opravku ili zamjenu opreme, povećanje proizvodnje rudnika ili bilo koje druge investicione aktivnosti.

Metoda roka otplate - povratka ulaganja (Pay Back period - PB)

Po ovoj metodi određuje se vrijeme za koje projekat vraća uložena sredstva, odnosno to je godina vijeka projekta u kojoj kumulativ neto priliva postaje pozitivan. Poželjno je da ovaj period bude što kraći, a ne smije biti duži od ekonomskog vijeka projekta. Obračun ovog pokazatelja je jednostavan: iznos ukupnih ulaganja se umanjuje za godišnje iznose neto-priliva iz ekonomskog toka. Kao prvi korak potrebno je da se postavi plan sa jednakim vremenskim periodima, a ukupan broj vremenskih perioda treba da bude jednak vijeku projekta. Kako je za ovu investiciju potrebno 7.300.000 KM,

povraćaj se računa tako što se iznos investicije podijeli sa godišnjim prosjekom realizacije, tj.ostvarenom dobiti koja iznosi 1.100.000 KM.

7.300.000 (KM) / 1.100.000 (KM/god.) = **6,6 godina**

U slučaju da postoji više alternativnih projekata kao najbolji uzima se onaj koji je po broju godina povraćaja najkraći.

Kao što se iz prikazanog primjera može vidjeti, ovo je relativno jednostavan i lako razumljiv kriterijum, pa se vrlo često koristi u praksi, naročito kod manjih projekata, a isto tako može se koristiti i kod većih, gdje predstavlja prvi kriterijum na koji se nadograđuju složeniji pokazatelji. Analiza povraćaja odražava kratak rok i to joj je osnovna slabost. Sa povećanjem ulaganja i dužim rokom potrebno je razmatranje obima ulaganja i vremenske vrijednosti novca. U tom cilju koristi se analiza **Neto sadašnja vrijednost** ili skraćeno NPV analiza.

Neto sadašnja vrijednost projekta (Net Present Value - NPV)

Neto sadašnja vrijednost predstavlja sposobnost projekta da vrati uložena sredstva. Finansijsko tumačenje je sledeće: kada investitor odlučuje o tome da li će da investira ili ne, on treba da odluči da li mu se više isplati da sredstva deponuje u banku i obezbijedi određen siguran prinos ili da ih uloži u planirani projekat. Odluka će biti u prilog ulaganju u projekat samo ako on obezbijedi prinos veći od kamate na koju može sa sigurnošću računati ukoliko su sredstva u banci. Po ovome diskontna stopa bi trebalo da bude najmanje jednaka kamatnoj stopi koja se sa velikom sigurnošću može obezbijediti u pouzdanim bankarskim institucijama, uvećana za faktore rizika od ulaganja.

U Tabeli 4 dat je primjer samo sa dva slučaja, sa diskontnim stopama od 8% i 15%. Navedeni broj godina predstavlja period od početka rada ODG sistema (2016. godina) do kraja životnog vijeka termoelektrane (2039. godina).

Analizom Tabele 4 može se zaključiti sledeće:

a) Kada se zahtijeva stopa povratka od 8%, investicija je opravdana, jer je sadašnja vrijednost cijelog projekta veća od vrijednosti početnog ulaganja za 4.108.165 KM.
b) Kada se zahtijeva stopa povratka od 15% investicija nije opravdana, jer je sadašnja vrijednost cijelog projekta manja od vrijednosti početnog ulaganja za 261 279 KM.

U suštini koncept sadašnje vrijednosti znači da se za neki projekat svaki priliv po godinama, odnosno odliv, diskontuje faktorima unaprijed zadate stope povratka i svodi na sadašnju vrijednost. Ta stopa treba da bude tako određena da bi mogla da reprezentuje obim investicija, vrijednost novca u funkciji vremena, kao i stepen poslovnog rizika projekta koji se razmatra.

Projekat se usvaja ako je sadašnja vrijednost veća od nule, a odbija se ako je jednaka nuli ili je manja od nule. Dakle, kod ovakvog pristupa vrlo je važno odabrati stopu povrata

Tabela 4. NPV analiza projekta sa diskontnim stopama od 8% i 15%

Godina	Finansijski rezultat (Dobit)x10^3	Diskontna stopa 8%	Sadašnja vrijednost budućih dobitaka (KM x 10^3)	Diskontna stopa 15%	Sadašnja vrijednost budućih dobitaka (KM x 10^3)
1.	1100	0.925925926	1018,519	0.86956522	956,522
2.	1100	0.85733882	943,073	0.75614367	831,758
3.	1100	0.793832241	873,215	0.65751623	723,268
4.	1100	0.735029853	808,533	0.57175325	628,929
5.	1100	0.680583197	748,642	0.49717674	546,894
6.	1100	0.630169627	693,187	0.4323276	475,560
7.	1100	0.583490395	641,839	0.37593704	413,531
8.	1100	0.540268885	594,296	0.32690177	359,592
9.	1100	0.500248967	550,274	0.28426241	312,689
10	1100	0.463193488	509,513	0.24718471	271,903
11.	1100	0.428882859	471,771	0.21494322	236,438
12.	1100	0.397113759	436,825	0.18690715	205,598
13.	1100	0.367697925	404,468	0.16252796	178,781
14.	1100	0.340461041	374,507	0.14132866	155,462
15.	1100	0.315241705	346,766	0.12289449	135,184
16.	1100	0.291890468	321,080	0.10686477	117,551
17.	1100	0.270268951	297,296	0.09292589	102,218
18.	1100	0.250249029	275,274	0.08080512	88,886
19.	1100	0.231712064	254,883	0.07026532	772,92
20.	1100	0.214548207	236,003	0.06110028	67,210
21.	1100	0.198655748	218,521	0.05313068	58,444
22.	1100	0.183940507	202,335	0.04620059	50,821
23.	1100	0.170315284	187,347	0.04017443	44,192
	Ukupno		**11.408,165**		**7.038,721**
	I Varijanta		**11.408,165 -7.300 = 4.108,165 KM x 10^3 prihvatljiva varijanta**		
	II Varijanta		**7.038,721, - 7.300 = - 261,279 KM x 10^3 neprihvatljiva varijanta**		

Interna stopa povrata (IRR)

Interna stopa povrata (**Internal Rate of Return**-IRR) ili interna stopa prinosa po definiciji je stopa koja sadašnju vrijednost projekta svodi na nulu. To praktično znači da bi se izračunala IRR neophodno je naći diskontnu stopu koja će izjednačiti sadašnju vrijednost očekivanih troškova sa sadašnjom vrijednošću očekivanih koristi. Ukoliko je neto sadašnja

vrijednost projekta pozitivna, jasno je da će ova stopa biti veća od diskontne stope.

Za investicioni projekat proizvodnje karbonata potrebnog za dugoročno snabdijevanje ODG sistema IRR 14,38%. Kada buduću dobit diskontujemo ovom stopom, sadašnja vrijednost dobiti izjednačiće se sa sadašnjom vrijednosti ulaganja. Analiza interne stope povrata prikazana je u Tabeli 5.

Tabela 5. Interna stopa povrata projekta

Godina	Očekivana dobit	Diskontni faktor za diskontnu stopu 14%	Sadašnja vrijednost	Diskontni faktor za diskontnu stopu 14,5%	Sadašnja vrijednost	Diskontni faktor za diskontnu stopu 14,383453%	Sadašnja vrijednost
1	1.100.000	0,877193	964.912	0,873362	960.699	0,874252	961.678
2	1.100.000	0,769468	846.414	0,762762	839.038	0,764317	840.749
3	1.100.000	0,674972	742.469	0,666168	732.784	0,668206	735.027
4	1.100.000	0,592080	651.288	0,581806	639.986	0,584181	642.599
5	1.100.000	0,519369	571.306	0,508127	558.940	0,510721	561.793
6	1.100.000	0,455587	501.145	0,443779	488.157	0,446499	491.149
7	1.100.000	0,399637	439.601	0,387580	426.338	0,390353	429.388
8	1.100.000	0,350559	385.615	0,338498	372.348	0,341267	375.394
9	1.100.000	0,307508	338.259	0,295631	325.195	0,298354	328.189
10	1.100.000	0,269744	296.718	0,258193	284.013	0,260836	286.920
11	1.100.000	0,236617	260.279	0,225496	248.046	0,228037	250.840
12	1.100.000	0,207559	228.315	0,196940	216.634	0,199362	219.298
13	1.100.000	0,182069	200.276	0,172000	189.200	0,174292	191.722
14	1.100.000	0,159710	175.681	0,150218	165.240	0,152376	167.613
15	1.100.000	0,140096	154.106	0,131195	144.315	0,133215	146.536
16	1.100.000	0,122892	135.181	0,114581	126.039	0,116463	128.110
17	1.100.000	0,107800	118.580	0,100071	110.078	0,101818	112.000
18	1.100.000	0,094561	104.017	0,087398	96.138	0,089015	97.916
19	1.100.000	0,082948	91.243	0,076330	83.963	0,077821	85.604
20	1.100.000	0,072762	80.038	0,066664	73.330	0,068036	74.839
21	1.100.000	0,063826	70.209	0,058222	64.044	0,059480	65.428
22	1.100.000	0,055988	61.587	0,050849	55.933	0,052001	57.201
23	1.100.000	0,049112	54.023	0,044409	48.850	0,045462	50.008
Ukupno:	25.300.000		7.471.262		7.249.309		7.300.000
Sadašnja vrijednost ulaganja			7.300.000		7.300.000		7.300.000
Neto sadašnja vrijednost projekta			171.262		-50.691		0
Odredjivanje IRR interpolacijom			=14+(14,5-14)*(171.262/(171.262-50.691))= 14,3858067%				
Diskontna stopa odredjena uz pomoć excel formule = 14,383453%							

3. ZAKLJUČAK

U zaključku Elaborata o kvalitetu i rezervama karbonata Ugljevika kao sirovinske baze za proces odsumporavanja dimnih gasova iz termoelektrane Ugljevik naglašeno je da na prostoru Ugljevika postoji više karbonatnih ležišta koja kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama predstavljaju realnu osnovu za eksploataciju u navedenu svrhu. Uvažavajući niz bitnih faktora (udaljenost, naseljenost, povezanost sa već otvorenim površinskim kopom i odlagalištima, transport itd.) izvršen je izbor lokacije ležišta karbonata, koja treba da bude predmet daljih aktivnosti, za koju se smatra da može zadovoljiti zahtjeve za potrebnim apsorbentom budućeg postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova TE Ugljevik.

Usled specifičnosti projekta dugoročnog snabdijevanja apsorbentom za potrebe odsumporavanja dimnih gasova TE Ugljevik, isključiva uloga novog

površinskog kopa karbonata u istom je obezbjeđivanje potrebnih količina za nesmetano funkcionisanje ovog procesa. S toga se ostvarena dobit na godišnjem nivou iskazuje na ostvarenoj uštedi koja proističe iz razlike između proizvodne cijene karbonata na novootvorenom kopu, odnosno cijene na ulazu u TE i najpovoljnije trenutne cijene u okruženju i šire.

Na osnovu sprovedene analize investicionog projekta, može se zaključiti da investicija u otvaranje površinskog kopa karbonata za potrebe odsumporavanja dimnih gasova termoelektrane Ugljevik ima tehničko-tehnološku, finansijsku, tržišnu, te društvenu opravdanost.

LITERATURA

1. Dokumentacija RiTE Ugljevik

REFERENTNA MERENJA PRAŠINE I BUKE U SELU BAROŠEVAC

REFERENCE MEASUREMENT OF DUST AND NOISE IN THE VILLAGE BAROŠEVAC

Cvjetić A.[1], Lilić N.[2], Pantelić U.[3], Straube F.[4]

Abstract

Elektroprivreda Srbije, odnosno RB Kolubara, trenutno sprovode proceduru nabavke BTO sistema za površinski kop Polje C u okviru velikog projekta unapređenja životne sredine u RB Kolubara. Za ovu namenu dobijen je kredit od EBRD I KfW banke u iznosu od 156 miliona eura. Prilikom sastavljanja tenderske dokumentacije posebna pažnja posvećena je zaštiti životne sredine budući da će transporteri novog sistema biti montirani neposredno uz selo Baroševac.

Ključne reči: BTO sistem, životna sredina, prašina, buka

Abstract

Electric Power Industry of Serbia, i.e. MB Kolubara currently conducts an ESC system procurement procedure for the opencast mine Field C within a major project to improve the environment in the MB Kolubara. For this purpose, has been obtained a loan from the EBRD and KfW banks in the amount of 156 million EUR. During the preparation of tender documents, special attention was paid to environmental protection since conveyors of the new system are to be installed close to the village Baroševac.

Keywords: ECR system, environment, noise

[1] Doc. Dr Cvjetić Aleksandar, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Prof. Dr Lilić Nikola, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Pantelić Uroš, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[4] Straube Frank, RWE RE GmbH, Germany

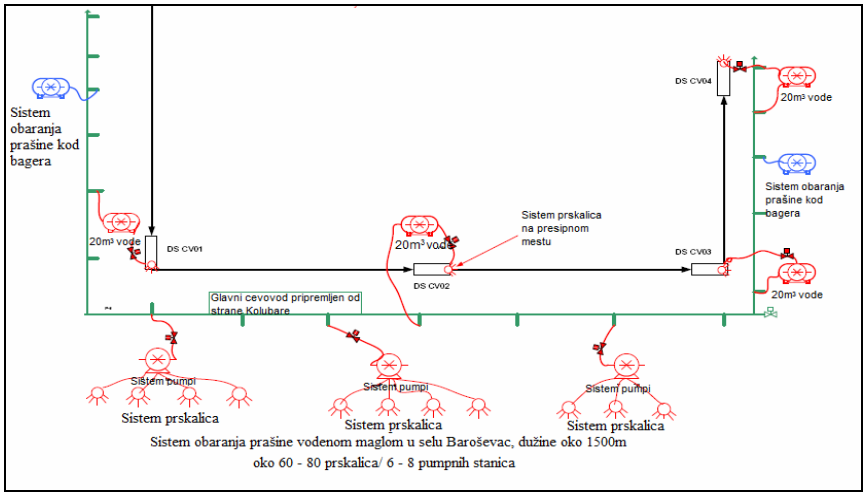
1. UVOD

Uslovima tenderske dokumentacije propisan je nivo buke i prašine u skladu sa zakonskom regulativom u Republici Srbiji. Iz tih razloga definisan je najviši nivou buke na izvoru pogona i propisani su uslovi zaštite životne sredine (na Slici 1.1-a prikazan je predloženi sistem zaštite - oklopljavanja reduktora). Drugi veliki izvor buke su valjci. Zbog toga predviđena je ugradnja valjaka sa sniženim nivoom buke na svim veznim i delovima etažnih transportera. Za smanjenje nivoa prašine predviđeno je da se na svim presipnim mestima ugradi sistem za obaranje prašine (Slika 1.1-b). Na Slici 1.2 prikazana je principijelna šema razvoda vode i mesta orošavanja, jer će se pored presipnih mesta vršiti obaranje prašine na pristupnim putevima duž veznih transportera kao i nasipa koji je podignut zbog zaštite od buke i koji je ozeljenjen.

a.

b.

Slika 1.1. Predloženi način zaštite od buke (a) i obaranje prašine na presipnim mestima (b)



Slika 1.2. Principijelna šema razvoda vode i mesta orošavanja,

U cilju definisanja uslova bilo je potrebno izvšiti preliminarnu procenu kvaliteta vazduha i nivoa buke, kako bi se dobila referentna vrednost za vođenje projekta.

Rudarsko-geološki fakultet (RGF), Univerziteta u Beogradu, je uradio tehnički izveštaj o proceni kvaliteta vazduha i nivoa buke pod nazivom Osnovna ekološka merenja prašine i buke u selu Baroševac.

Obim izvršenog posla je ispunio detaljne zahteve i standarde kompanije po pitanju usluga konsultanta za kvalitet vazduha i buke, za osnovno ekološko merenje prašine i buke u selu Baroševac, za projekat u vezi nabavke i montaže BTO sistema za Polje C.

2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE

Pre procene uticaja predloženih operacija Projekta, potrebno je napraviti osvrt na ekološke propise i smernice koje regulišu emisiju i uticaj tih operacija.

Kao rezultat potrebe za procenom, analizom i umanjenjem uticaja pojedinih aerozagađivača na čoveka, biljke, životinje i materijale donete su zakonske norme koje regulišu ovu problematiku, pre svih Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik RS, br. 36/09) i na osnovu njega donete Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Službeni glasnik RS, broj 11/2010). Zakonom o zaštiti vazduha uređuje se upravljanje kvalitetom vazduha i određuju mere, način oragnizovanja i kontrola sprovođenja zaštite i poboljšanja kvaliteta vazduha kao prirodne vrednosti od opšteg interesa koja uživaju posebnu zaštitu. Na osnovu njega nastalom Uredbom utvrđuju se uslovi za monitoring i zahtevi u pogledu kvaliteta vazduha. Zahtevi kvaliteta vazduha su: granične vrednosti nivoa zagađujućih materija u vazduhu, gornje i donje granice ocenjivanja nivoa zagađujućih materija u vazduhu, granice tolerancije i tolerantne vrednosti; koncentracije opasne po zdravlje ljudi i koncentracije o kojima se izveštava javnost, kritični nivoi zagađujućih materija u vazduhu, ciljne vrednosti i (nacionalni) dugoročni ciljevi zagađujućih materija u vazduhu, rokovi za postizanje graničnih i/ili ciljnih vrednosti, u slučajevima kada su one prekoračene u skladu sa Zakonom.

U skladu sa navedenom Uredbom, u Tabeli 2.1 dat je sistematizovan prikaz: perioda usrednjavanja, graničnih vrednosti, granica tolerancija, tolerantnih vrednosti i rokova za dostizanje graničnih vrednosti, pojedinih polutanata vazduha.

Tabela 2.1. Granične vrednosti, tolerantne vrednosti i granice tolerancije prema

	Period usrednjavanja	Granična vrednost*	Granica tolerancije	Tolerantna vrednost**	Rok za dostizanje granične vrednosti
Sumpor dioksid	Jedan čas	350 µg/m^3 Ne sme se prekor. više od 24 puta god.	160 µg/m^3 , 43% od granične vrednosti	500 µg/m^3	01.01.2016.
	Jedan dan	125 µg/m^3 Ne sme se prekora. više od 3 puta god		125 µg/m^3	01.01.2016.
	Kalendarska godina	50 µg/m^3		50 µg/m^3	01.01.2016.
Azot dioksid	Jedan čas	150 µg/m^3 Ne sme se prekora. više od 18 puta god.	50% od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 5 % da bi se 01.01.2021. dostiglo 0%	225 µg/m^3	01.01.2021.
	Jedan dan	85 µg/m^3	47 % od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 5 % da bi se 01.01.2021. dostiglo 0%	125 µg/m^3	01.01.2012.
	Kalendarska godina	40 µg/m^3	50% od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 5 % da bi se 01.01.2021. dostiglo 0%	60 µg/m^3	01.01.2021.
Suspendovane čestice PM_{10}	Jedan dan	50 µg/m^3 Ne sme se prekora. više od 35 puta god..	50 % od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 10 % da bi se 01.01.2016. dostiglo 0%	75 µg/m^3	01.01.2016.
	Kalendarska godina	40 µg/m^3	20 % od granične vrednosti od 01.01. 2012. se umanjuje na svakih 12 meseci za 4% da bi se do 01.01.2016. dostiglo 0 %	48 µg/m^3	01.01.2016.
Suspendovane čestice $PM_{2,5}$	Kalendarska godina	25 µg/m^3	20 % od granične vrednosti 31.12. 2011., umanjuje se narednog 01.01.2013. , a zatim na svakih 12 meseci za 3% do dostizanja 0% do 01.01.2019.	30 µg/m^3	Stadium 1. 01.01.2019.
		20 µg/m^3		20 µg/m^3	Stadium 2. 01.01.2024.
Ukupne suspendovane čestice	Jedan dan	120 µg/m^3			
	Kalendarska godina	70 µg/m^3			
Olovo	Jedan dan	1 µg/m^3		1 µg/m^3	01.01.2016.
	Kalendarska godina	0,5 µg/m^3	100 % od granične vrednosti od 01.01.2012. se umanjuje na svakih 12 meseci za 20 % da bi se do 01.01.2016. dostiglo 0 %	1 µg/m^3	01.01.2016.

Nastavak Tabele 2.1.

	Period usrednjavanja	Granična vrednost*	Granica tolerancije	Tolerantna vrednost**	Rok za dostizanje granične vrednosti
Benzen	Kalendarska godina	5 µg/m^3	3 µg/m(60 % od granične vred.) 01.01. 2010. se umanjuje svakih 12 meseci za 0,5 µg/m da bi se do 01.01.2016. dostiglo 0 %	8 µg/m^3	01.01.2016.
Ugnjen monoksid	Maks. Dnevna osmočasovna srednja vrednost	10 µg/m^3	60 % od granične vrednosti 1. januara 2010. godine, umanjuje se 1. januara 2012. godine, a potom na svakih 12 meseci za 12 % godišnje da bi se do 1. januara 2016. godine dostiglo 0 %	16 µg/m^3	01.01.2016.
	Jedan dan	5 µg/m^3	100 % od granične vrednosti 1. januara 2010. godine, umanjuje se 1. januara 2012. godine, a potom na svakih 12 meseci za 20 % godišnje da bi se do 1. Januara 2016. godine dostiglo 0 %	10 µg/m^3	01.01.2016.
	Kalendarska godina	3 µg/m^3		3 µg/m^3	01.01.2016.
Čađ	Jedan dan	50 µg/m^3	25 ìg/m^3 (50 % od granične vrednosti)	75 µg/m^3	01.01.2012.
	Kalendarska godina	50 µg/m^3	25 ìg/m^3 (50 % od granične vrednosti)	75 µg/m^3	01.01.2012.

Granične vrednosti i granice tolerancije, navedene u prethodnoj tabeli, se moraju ispoštovati, uzimajući u obzir i postojeće vrednosti okoline i uticaj Projekta.

U Tabeli 2.2 dat je uporedni prikaz standarda za kvalitet vazduha po izabranim parametrima u Srbiji, zemljama Evropske zajednice (EU) i prema normativima Svetske Banke (WB). Srpski zakoni će se primenjivati u slučaju ovog projekta, a ukoliko neki aspekti nisu obuhvačeni navedenom zakonskom regulativom, onda će se primenjivati međunarodni standardi.

Zakonskom regulativom u Republici Srbiji su definisane i granične vrednosti imisije za taložne materije kao i granične vrednosti imisije za teške metale u taložnim materijama. U Tabeli 2.3 dat je prikaz ovih vrednosti.

Tabela 2.2. Kvalitet vazduha (μg/m^3)

Parameter	Serbia (1)	EUregulativa	IFC/WB
Čestice prašine-PM20			
Srednje godišnje	30/50	40	50
Maximum 1-čas	-/150		
Maximum 24-časa prosečno	40/50	50	70
98 percentil	50/15		
Ukupne suspendovane čestice			
Srednje godišnje	40/70		
Maximum 24-časa prosečno	70/120		
98 percentil	100/20		
Azotni oksidi, kao NO2			
Srednje godišnje	50/60	40	-
Maximum 1-čas	85/150	200	
Maximum 24-časa prosečno	70/85		150
98 percentil	85/150		
Sumpor dioksid			
Srednje godišnje	30/50		50
Maximum 1-čas	150/350	350	
Maximum 24-časa prosečno	100/125	125	125
98 percentil	150/350		
Olovo – srednja godišnja	1	0.5	
Benzene - srednja godišnja	5	5	
Mangan - srednja godišnja	1		
Hrom - srednja godišnja	0.3 ng/m^3		
Kadmijum - srednja godišnja v	10 ng/m^3	5 ng/m3	
Arsen - srednja godišnja	6 ng/m^3	6 ng/m3	
Nikal - srednja godišnja	20 ng/m^3	20 ng/m3 (	
Benzo(a)pyrene - srednja godišnja	1 ng/m^3	1 ng/m3	

Tabela 2.3. Granične vrednosti imisije za taložne materije i za teške metale u taložnim materijama (Službeni glasnik RS br. 54/92 i 16/06)

Polutanti	Jedinica	Vreme merenja	Nenastanjena i rekreativna područija (sred. god. vred.)	Nastanjena područija (sred. god. vred.)
Ukupne suspendovane čestice	mg/ m^2/day	1 mesec	300	450
		1 godina	100	200
Olovo	μg/m^2/day	1 mesec	100	250
Kadmijum	μg/m^2/day	1 mesec	2	5
Cink	μg/m^2/day	1 mesec	200	400

Većina svetskih normativa iz ove oblasti definiše granične vrednosti aerozagađivača i u odnosu na biljke i materijale. Sa stanovišta

poljoprivrednih kultura, gde je problematika aerozagađenja u odnosu na biljke dominantno izražena, smatra se da su sve vrste biljaka zaštićene za koncentracije azotdioksida do 0,03 mg/m^3 (dugotrajna vrednost) i 0,10 mg/m^3 (kratkotrajna vrednost).

Negativni uticaji u slučaju sumpordioksida mogu se očekivati za koncentracije od 0,60 mg/m^3 s tim što se mora naglasiti da posebno osetljive biljke zahtevaju graničnu vrednost do 0,25 mg/m^3. Navedene vrednosti odnose se na kratkotrajne koncentracije.

U Republici Srbiji uticaj buke na životnu sredinu regulisan je sledećim pravnim aktima:

- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini (Službeni Glasnik RS, broj 36/2009 i 88/2010);
- Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Službeni glasnik RS broj 75/2010).

Propisima o zaštiti stanovništva od buke i vibracija, obuhvaćen je sistem mera (tehničkih, organizacionih) za zaštitu od buke i vibracija kod planiranja izgradnje objekata, odnosno upotrebe mašina i opreme kao izvora buke, kao i zaštite od vibracija izazvanih miniranjem u rudnicima. Propisani uslovi i mere imaju za ciIj da u sredini u kojoj čovek boravi buka ne pređe dozvoljeni nivo prema Uredbi o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS br. 75/2010). Ovom uredbom se propisuju indikatori buke u životnoj sredini, granične vrednosti, metode za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke na zdravlje ljudi. Granične vrednosti, definisane u pomenutoj Uredbi, prikazane su u Tabeli 2.4.

Granične vrednosti date u Tabeli 2.4 odnose se na osnovne indikatore buke i na merodavni nivo buke, a granične vrednosti date u Tabeli 2.5 odnose se na merodavni nivo buke. Za potrebe izveštaja, projektno područije je ocenjeno kao industrijska zona i svrstava se u četvrtu zonu prema Tabeli 2.4. Zvanično zoniranje područija nije urađeno do sada.

Tabela 2.4. Granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru

Zona	Namena prostora	nivo buke u dB (A)	
		za dan i veče	za noć
1.	Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, kulturno-istorijski lokaliteti, veliki parkovi	50	40
2.	Turistička područja, kampovi i školske zone	50	45
3.	Čisto stambena područja	55	45
4.	Poslovno-stambena područja, trgovačko-stambena područja i dečja igrališta	60	50
5.	Gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno-upravna zona sa stanovima, zona duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica	65	55
6.	Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stambenih zgrada	Na granici ove zone buka ne sme prelaziti graničnu vrednost u zoni sa kojom se graniči	

Tabela 2.5. Granične vrednosti indikatora buke u zatvorenim prostorijama

	Namena prostorija	nivo buke u dB(A)	
		za dan i veče	za noć
1.	Boravišne prostorije (spavaća i dnevna soba) u stambenoj zgradi pri zatvorenim prozorima.	35	30
2. 2.1	U javnim i drugim objektima, pri zatvorenim prozorima: Zdravstvene ustanove i privatna praksa, i u njima:		
	a) bolesničke sobe	35	30
	b) ordinacije	40	40
	v) operacioni blok bez medicinskih uređaja i opreme	35	35
2.2	Prostorije u objektima za odmor dece i učenika, i spavaće sobe domova za boravak starih lica i penzionera	35	30
2.3	Prostorije za vaspitno-obrazovni rad (učionice, slušaonice, kabineti i sl.), bioskopske dvorane i čitaonice u bibliotekama	40	40
2.4	pozorišne i koncertne dvorane	30	30
2.5	hotelske sobe	35	30

3. METEOROLOŠKI USLOVI

Meteorološke karakteristike mernog mesta direktno utiču na disperziju, transformaciju i eventualno uklanjanje zagađivača iz atmosfere. U kojoj meri će se zagađenja akumulirati ili ukloniti iz atmosfere zavisi od stepena toplotne i mehaničke turbulencije unutar graničnog sloja zemlje. Disperzija obuhvata vertikalne i horizontalne komponente kretanja. Vertikalna komponenta je definisana stabilnošću atmosfere i dubinom površinskog sloja mešanja. Horizontalna disperzija zagađenja u graničnom sloju je prvenstveno funkcija vetra. Brzina vetra određuje udaljenost transporta niz vetar i stopu razblaživanja. Stvaranje mehaničke turbulencije je slično tome funkcija brzine vetra, u kombinaciji sa hrapavošću površine.

Meteorološki parametri se stalno prate u meteorološkoj stranici Kolubara B (N 44°25', E 20°22', H: 224 m), kojom upravlja Republički hidrometeorološki zavod Srbije. Stanica se nalazi u projektnom području lokacija stanice je prikazana na Slici 3.1. Lokacija stanice je povoljna za reprezentativnu procenu relevantnih metereoloških podataka na projektnoj lokaciji. Meteorološki podaci za merni period (od 15.06.2013 do 19.06.2013) dati su u sledećim Tabelama 3.1, 3.2 i 3.3.

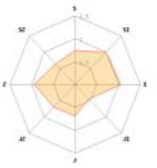
Najčešći vetrovi u ovoj regiji su iz pravca severozapada, jugoistoka i zapada. Brzine vetrova se kreću od 0,1 do 6,5 m/s. Maksimalna brzina vetra tokom merenog perioda bila je 2,1 m/s, iz pravca severa/severozapada. Merenja su vršena na visini od 10 m od površine terena.

Ruža vetrova za period 15.06.2013. do 19.06.2013. godine je prikazana u Tabeli 3.1.

Region sela Baroševac ima umereno-kontinetalnu klimu, zbog režima zračenja, lokalnih i topografskih uslova i opšteg stanja atmosferskog režima. Maksimalna temperature tokom mernog perioda bila je 35,7 °C, izmerena 19.06.2013., a minimalna temperature je 15,3 °C, izmerena 15.06.2013. Minimalne i maksimalne temperature su prikazane u Tabeli 3.2.

Maksimalna vlažnost vazduha tokom mernog perioda je izmerena u 04:44 h, 15.06.2013. i iznosi 98,5%, dok minimalna vlažnost vazduha izmerena 19.06.2013. godine u 16:00 h iznosi 30,2%. Najniža vlažnost vazduha se javlja tokom popodnave, a najviša ujutru. Izmerene vlažnosti vazduha su date u sledećoj Tabeli 3.3.

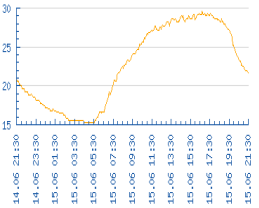
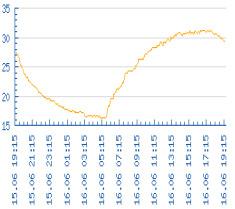
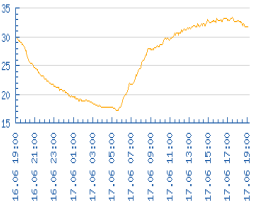
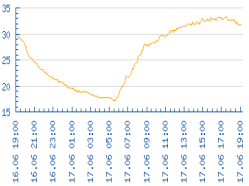
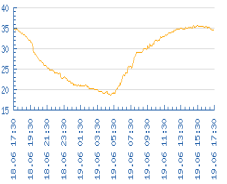
Tabela 3.1. Ruža vetrova (m/s) za Baroševac (Izvor: Republički Hidrometeorološki zavod)

15.06.2013.	16.16.2013.	17.16.2013.
		
18.16.2013.	**19.16.2013**	

Brzine vetra

Period	Brzine vetra
15.06.2013	2.1 m/s
16.06.2013	1.3 m/s
17.06.2013	1.0 m/s
18.06.2013	2.0 m/s
19.06.2013	1.3 m/s

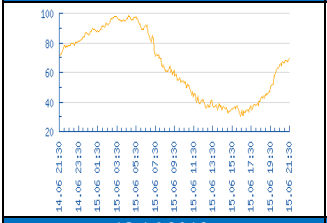
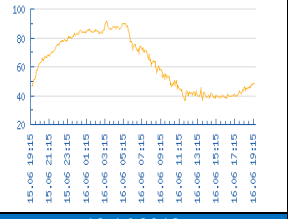
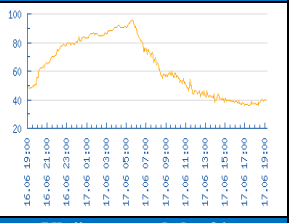
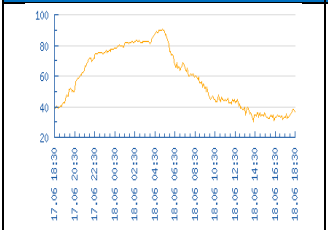
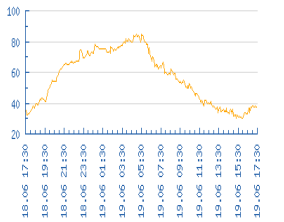
Tabela 3.2. Minimalne i maksimalne temperature za selo Baroševac (Izvor: Republički Hidrometeorološki zavod Srbije)

15.06.2013.	16.16.2013.	17.16.2013.
		
18.16.2013.	**19.16.2013**	
		

Temperatura °C

Period	Max	Min
15.06.2013.	29.6 °C	15.3 °C
16.06.2013.	31.2 °C	16.2 °C
17.06.2013.	33.4 °C	17.2 °C
18.06.2013.	35.2 °C	17.6 °C
19.06.2013.	35.7 °C	18.7 °C

Tabela 3.3. Vlažnost vazduha (%) u selu Baroševac za mereni period od 15-19.06.2013. (Izvor: Republički Hidrometeorološki zavod Srbije)

15.06.2013.	16.16.2013.	17.16.2013.
		
18.16.2013.	**19.16.2013**	
		

Vlažnost vazduha %

Period	Max	Min
15.06.2013.	98.5 %	30.5 %
16.06.2013.	91.5 %	36.5 %
17.06.2013.	96 %	35.7 %
18.06.2013.	90.5 %	30.5 %
19.06.2013.	85 %	30.2 %

4. OSNOVNE KARAKTERISTIKE MERNIH MESTA

Rudarsko-geološki fakultet, Univerziteta u Beogradu je angažovan da izvrši merenja prašine i buke u selu Baroševac u junu 2013. godine. Merenja su izvršena na dve lokacije u periodu od 15.06.2013. do 19.06.2013. godine. Osnovne karakteristike mernih mesta su date u Tabeli 4.1, a lokacije mernih mesta su prikazane na Slici 4.1.

Tabela 4.1. Osnovne karakteristike mernih mesta

Merno mesto	Lokacija	Opis terena	Ambijenalna buka
1	Selo Baroševac porodična kuća Pantelić Radosava koordinate N44^{0}23.926' E20^{0}22.236'	Urbana sredina Otvoren prostor, obrastao niskom vegetacijom i bez zvučnih bariera Slika 4-1	Uobičajena buka na ovom mestu nastaje od saobraćaja na magistralnom putu 201: Stepojevac-Aranđelovac, (koji se nalazi oko 20 metara prema severu od mernog mesta) i od raznih aktivnosti koje su običajene za ovaj tip naselja.
2	Selo Baroševac Porodična kuća Pantelić Milana, Coordinate,: N44^{0}24.052' E20^{0}21.539'	Urbana sredina Otvoren proctor, obrastao niskom vegetacijom i bez zvučnih bariera Slika 4-1	Uobičajena buka na ovom mestu nastaje od saobraćaja na magistralnom putu 201: Stepojevac-Aranđelovac, (koji se nalazi oko 20 metara prema severu od mernog mesta) i od raznih aktivnosti koje su običajene za ovaj tip naselja.

a. Merno mesto 1 *b. Merno mesto 2*

Slika 4.1. Lokacije mernih mesta

Merenja pm10

Merenja prašine su izvršena sa MicroDust Pro Aeroslol Monitoring System (Casella). Instrument MicroDust Pro meri nivo čestica kao što su prašina, dim, pare, polen i druge aerosoli iz sagorevanja, obrade materijala, građevinarstva, proizvodnje energije, emisije motora iz vozila.

Instrument MicroDust služi za procenu u realnom vremenu koncentraciju čestica u mg/m^3. Ovaj instrument koristi modulisani snop infracrvene svetlosti koju projektuje u mernoj komori. MicroDust Pro je prikazan na Slici 4.2.

Slika 4.2. Instrument MicroDust Pro

Rezultati merenja PM10 su prikazani u Tabeli 4.2. Vrednosti koncentracije PM10 u period od 15.06.2013 do 19.06.2013 su se kretale od 37-48 µg/m^3 na mernom mestu 1 i od 13-20 µg/m^3 na mernom mestu 2. Sve vrednosti su u dozvoljenim granicama koje su propisane u zakonskoj regulative Srbije.

Tabela 4.2. Rezultati merenja prašine

Date	15.06.2013	16.06.2013	17.06.2013	18.06.2013	19.06.2013
PM10 avg MP-1 µg/m^3	-	37	48	37	42
PM10 avg MP-2 µg/m^3	20	18	20	13	18
Granična vrednost PM10 µg/m^3	50	50	50	50	50

MP-1 merno mesto 1, MP-2 merno mesto 2, avg srednja vrednost

Merenje Buke

Merenje nivoa buke je izvršeno sa ručnim analizatorom buke (Hand-held Analyzer, Type 2250, Bruel&Kjaer). Instrument je namenjen za procenu buke u životnoj sredini, procenu buke u radnoj sredini, za monitoring, zvučna merenja klase 1 po najnovijim međunarodnim standardima, za analizu zvukova u realnom vremenu u opsegu 1/1 i 1/3 oktave i analizu istorije vremenskih intervala za širokopojasne parameter i spektre. Ručni analizator, tip 2250 je prikazan na Slici 4.3.

Slika 4.3. Ručni analizator, tip 2250

Merenja buke su vršena u tri interval: dan, veče i noć u skladu sa zakonskom regulativom o buci Republike Srbije. Rezultati merenja dati su u Tabeli 4.3.

Tabela 4.3. Važeći nivoi buke na mernim mestima i granične vrednosti za buku

Interval merenja	Merno mesto 1 (dB(A))	Merno mesto 2 (dB(A))	Granične vrednosti (dB(A))
15.06.2013.			
Dan	60		60
Veče	64		60
Noć	55		50
16.06.2013.			
Dan		55	60
Veče		57	60
Noć		54	50
17.06.2013.			
Dan	60		60
Veče	57		60
Noć	55		50
18.06.2013.			
Dan		59	60
Veče		56	60
Noć		54	50
19.06.2013.			
Dan	61		60
Veče	58		60
Noć	54		50

Očigledno je da neki zabeleženi nivoi buke u Tabeli 4.3 prelaze propisane granične vrednosti za buku u životnoj sredini. Ovo se posebno odnosi na vrednosti u noćnom period imajući u vidu da su svake noći izmerene iznad definisanih granica.

Situacija je mnogo bolja sa vrednostima zabeleženim u toku dnevnog i večernjeg perioda iako su dve vrednosti (večernja vrednost zabeležena,15. juna i vrednost zabeležena, 19. juna) iznad propisanih granica. Generalno, izmerene vrednosti su u rasponu od 54-64 dB za ceo mereni period.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Rudarsko-geološki fakultet, Univerziteta u Beogradu, je na zahtev RWE, izradio tehnički izveštaj referentnih merenja prašine i buke u selu Baroševac. Izveštaj se zasniva na vrednostima dobijenim tokom merenja u period od 15.

do 19. juna 2013. godine. Merenja su obavljana na dve merne lokacije koje se nalaze u projektnom području.

Konstatovane vrednosti koncentracije PM10 u period merenja bili su u rasponu od 37-48 μg/m^3 na mernom mestu 1 i od 13-20 μg/m^3 na mernom mestu 2. Prema zakonskoj regulativi Republike Srbije predviđena granična vrednost za PM10 je 50 μg/m^3 za period usrednjavanja od jednog dana. Očigledno je da su sve izmerene vrednosti u okviru dozvoljenih granica.

Monitoring buke je izvršen u istom periodu u tri intervala: dan, veče i noć u skladu sa zakonskom regulativom o buci Republike Srbije. Zabeleženi nivoi buke navedeni u Tabeli 4.3 delimično prelaze propisane granične vrednosti za buku u životnoj sredini. Sve vrednosti zabeležene u noćnom periodu su iznad definisane granice, dok vrednosti za dan i veče prelaze granicu u dva slučaja. Generalno, izmerene vrednosti buke su u opsegu od 54-64 dB za ceo merni period.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta "Unapređenje tehnologije površinske eksploatacije lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu" (TR 33039), koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014. god.

.

IZBOR REKULTIVACIONOG REŠENJA POVRŠINSKOG KOPA TAMNAVA-ZAPADNO POLJE VIŠEATRIBUTNOM ANALIZOM

SELECTION OF THE LAND RECLAMATION OPTION FOR THE TAMNAVA-WEST FIELD OPEN PIT MINE BY MULTIATTRIBUTE ANALYSIS

Dimitrijević B.[1]

Apstrakt

U ovom radu predstavljen je problem posteksploatacionih predela nastalih nakon površinske eksploatacije ležišta uglja na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje. Prema Zakonu o rudarstvu mora se izvesti tehnička i biološka rekultivacija i uređenje prostora, u funkciji zaštite životne sredine, regeneracije, rekultivacije i uređenja degradiranih površina. Ključni zadatak prilikom projektovanja odnosi se na izbor rekultivacionog rešenja i uređenja okoline. U rešavanju ovih problema primenjena je višeatriobutna analiza korišćenjem metode *PROMETHEE* sa prikazom rezultata ove analize.

Ključne reči: Posteksploatacioni predeo, rekultivaciono rešenje, višeatributna analiza, površinski kop Tamnava-Zapadno Polje

Abstract

The problem of post-mining areas created after the closure of coal open pit mine at the Tamnava-West Field is presented in this paper. According to the Law on Mining, both technical and biological land reclamation and spatial arrangement must be performed with the purpose of environmental protection, regeneration, land reclamation and arrangement of the demoted areas. The key task in design is related to the selection of the land reclamation solution and environment arrangement. Multi-attribute

[1] Mr Bojan Dimitrijević, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu

PROMETHEE method based analysis is used in solving these problems, and the results of the analysis are presented.

Key words: Post-mining area, land reclamation solution, multi-attribute analysis, open pit mine Tamnava-West Field

1. UVOD

Razvoj površinskih kopova uglja kao neodvojivih delova energetsko-industrijskih privrednih celina, prate negativni ekološki uticaji na životnu sredinu rudarskih basena kakav je i Kolubarski. To nas obavezuje na integralno planiranje, revitalizaciju, rekultivaciju i uređenje narušenog prostora za njegovo ponovno humano korišćenje u posteksploatacionom periodu. Rekultivacija, revitalizacija i restauracija narušenog zemljišta nastalog razvojem dinamike rudarskih radova, nudi brojne mogućnosti. Kako bi se izbegle štetne posledice tih aktivnosti, nakon tehničke i biološke rekultivacije, uspostavlja se novi eko-sistem na predelu narušenih površina. U tom smislu predeo rekultivisanih površina uklapa se u posojeći eko sistem ili se pak u celini ili delimično menja njegova namena za nove potrebe.

Brojna istraživanja su pokazala da je na ovako narušenim područjima moguće stvoriti nove poljoprivredne, šumske, akvatorne, livadske i druge ekosisteme. Integralna rekultivacija ima multidisciplinarni i interdisciplinarni karakter pa predstavlja kompleks rudarsko-tehnoloških, inženjersko-geoloških (geotehničkih i hidrogeoloških), bioinženjerskih (agronomskih i šumarskih meliorativnih postupaka), kao i trugih tehničkih mera koje se preduzimaju u cilju transformacije tehnogeno narušenog zemljišta u stanje pogodno za poljoprivredu, šumarstvo, ribarstvo, rekreaciju, turizam, i prostor za infrastrukturne objekte različite namene, ako je tako nešto predviđeno urbanističkim planom bilo koje kategorije. Prirodnjački posmatrano, rekultivacijom se pospešuje obnavljanje starih i oživljavanje novih biljnih i životinskih vrsta, formiranje stabilnih eko-zajednica u cilju ekološke ravnoteže čovekove okoline i održivog razvoja prirodnih obnovljivih i neobnovljivih resursa.

2. PRIMER POVRŠINSKOG KOPA TAMNAVA-ZAPADNO POLJE

Eksploatacija lignita površinskim putem u Kolubarskom ugljenom basenu ima dugu tradiciju, i započeta je u drugoj polovini 20. veka. Površinski kop Tamnava–Zapadno Polje građen je za potrebe snabdevanja ugljem TE-TO Kolubara B. Kako je u međuvremenu izgradnja ove termoelektrane prekinuta, a nastavak neizvestan, sa jedne strane, sa druge strane skorašnji prestanak rada površinskog kopa Tamnava-Istočno Polje, uslovili su da se završi izgradnja I faze ($6*10^6$ t uglja godišnje) površinskog kopa. Eksploataciono polje je u atarima sela Kalenić, Mali Borak, Skobalj i

Jabučje, obuhvata površinu od oko 45 km^2 (dužine u pravcu sever-jug 15 km i širine u pravcu istok-zapad 3 km).

Prilikom izrade projekta rekultivacije za površinski kop Tamnava–Zapadno polje, ključni inženjerski zadatak odnosi se na izbor oblika i načina rekultivacije i uređenja eksploatacionog polja. Brojnost mogućih alternativnih varjanti ili rešenja, raznolikost njihovih kombinacija, broj kriterijumskih uslova i njihova međusobna suprostavljenost otvara pitanje timskog karaktera: šta je najbolje rešenje? Operativni odgovor pruža višeatributna ili višekriterijumska analiza.

Kod izbora modela višeatributne analize, konsultovana je klasifikacija sa dve grupe modela:

1. U prvoj su modeli prema kojima se višeatributni problemi kontinualnog matematičkog oblika svode na problem rešiv nekom od poznatih pristupa matematičkog programiranja, i
2. U drugoj grupi su modeli prema kojima se problemi rešavaju analizom i rangiranjem alternativa. Pretpostavka je da su sve alternative kriterijumski vrednovane na isti način, a postupak vrednovanja može biti matematičko izračunavanje, eksperimentalno merenje, heurističko vrednovanje ili subjektivno ocenjivanje.

Priroda i logička topologija našeg problema, upućivala je na drugu grupu modela među kojima treba tražiti pristup za izbor oblika i načina rekultivacije i uređenja predela eksploatacionog polja površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje. Među modelima ove familije, kao što su ELEKTRE, PROMETHEE, AHP, VIKOR i dr. Za potrebe projektnog rešenja izabran je model PROMETHEE. Bez ulaženja u analizu i ocenu višeatributnih modela, pri izboru modela prevagu je imalo iskustvo u njegovom korišćenju, postignuti rezultati i ugrađenost u PROMETHEE model šest generalizovanih kriterijuma za iskazivanje preferencija donosioca odluke, što ublažava subjektivitet projektanata. Ovo ne negira ostale metode i ne isključuje njihovu primenljivost u rešavanju ovog tipa problema.

3. VIŠEATRIBUTNI MODEL

Preliminarnom analizom ustanovljeno je da su za uslove površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje moguća sledeća rekulltivaciona rešenja: a_1 – šumarstvo, a_2 - poljoprivreda (ratarstvo i povrtarstvo), a_3 – šumarstvo i poljoprivreda u kombinaciji a_1 i a_2, a_4 - akvatorijalni kompleks (vodene površine za sport i rekreaciju) + ribarstvo u kombinaciji a_1-a_5, a_5 - sportsko-rekreativni komleks i u kombinaciji sa a_1-a_4, a_6 - zona za industrijsku gradnju, a_7 – poljoprivredna naselja i restitucija za seoska naselja u kombinaciji a_1 – a_4, a_8 - privremena odlagališta (pepela, šljake, jalovine i dr.) u kombinaciji a_1 - a_6, a_9 - Stočarsko-farmerski kompleks u kombinaciji sa

turističkim i parkovskim uređenjem i u kombinaciji sa a_3, a_4, a_5, i a_{11}, a_{10} - proširenj prirodnih rezervata i (biorezervata) u kombinaciji sa većim brojem rešenjem i a_{11} – prepuštanje spontanoj sukcesiji (autorekultivaciji). Inicijalni matrični model je prikazan u Tabeli 1.

Ocenjeno je da 12 kriterijuma pokriva ekološke, trhničko-tehnološke, ekonomske, estetsko-pejzažne, lokalne, socijalne i druge aspekte vrednovanja važne za izbor rešenja rekultivacije i to: $\mathbf{K_1}$ - Visina investicionih ulaganja po jedinici površine, $\mathbf{K_2}$ Investicioni period – vreme investiranja, $\mathbf{K_3}$ - Vreme povraćaja uloženih sredstava, $\mathbf{K_4}$ - Godišnji troškovi kontinuiranog održavanja po jedinici površine, $\mathbf{K_5}$ - Uklopljivostrekultivacionogrešenja u ambijentalnu celinu, $\mathbf{K_6}$ Lokalne potrebe (interes lokalne zajednice), $\mathbf{K_7}$ Tehnološka složenost izvođenja rekultivacionih radova, $\mathbf{K_8}$ Organizaciona zahtevnost (složenost) izvođenja radova, $\mathbf{K_9}$ - Vremepost rekultivacionog kontinuiranog održavanja, $\mathbf{K_{10}}$ - Procentualni udeo rekultivacione forme (varijante) u ukupnom rekultivacionom zahvatu, $\mathbf{K_{11}}$ Socijalni i ekonomski značaj rekultivacije za lokalnu zajednicu, $\mathbf{K_{12}}$ Korelacioni odnos prostorne i vremenske dinamike rekultivacionih radova.

Tabela 1. Inicijalni matrični model

Alternative	**Kriterijumi**											
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**	**K8**	**K9**	**K10**	**K11**	**K12**
$\mathbf{a_1}$	1.5	9	2	2	9	6	4	4	8	80	8.5	6.5
$\mathbf{a_2}$	11	1.5	8.5	6	9	8.5	6	6	8	75	8.75	4
$\mathbf{a_3}$	12.5	6	5	4	9	7.25	5	5	8	90	8.75	5.25
$\mathbf{a_4}$	2.5	1.5	2	2	6.5	4	2	2	8	10	5.25	2
$\mathbf{a_5}$	15	5	2.5	8	6.5	9	6.5	6.5	9.5	15	7	2
$\mathbf{a_6}$	30	2	2.5	8	6.5	9	5	3	2	40	8.5	6.5
$\mathbf{a_7}$	25	9	5	8	9.5	9.5	5	6.5	8	20	9	2
$\mathbf{a_8}$	10	1.5	8.5	2	6.5	5.5	2	2	2	3	5.5	9
$\mathbf{a_9}$	20	9	2.5	8	9	9.5	6.5	5	9.5	10	8	2
$\mathbf{a_{10}}$	1	8	5	5	9.5	6	5	3	5	20	5	4
$\mathbf{a_{11}}$	0.01	1.5	5.25	2	4	2	2	2	2	30	1.75	6.5
Tipkriterij.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Težina	0.7	0.6	0.6	0.8	0.5	0.9	0.3	0.3	0.6	0.1	0.85	0.25
Ekstrem	min	max	min	min	max	max	min	min	min	max	max	max

4. ANALIZA REŠENJA I REZULTATI OBRADE

Na osnovu višekriterijumske analize metodom *PROMETHEE* dobijena je Tabela 2 koja daje vrednosti indeksa preferencija pojedinih projektnih rekultivacionih rešenja kao mogućih alternativnih varjanti uređenja postrekultivacionih predela na površinskom kopu i odlagališnom prostoru Tamnave Zapadno polje kolubarskog ugljenog basena. Rangiranjem je

dobijeno najbolje – optimalno rešenje za date predele i ono predstavlja 1. a_1 - Pošumljavanje; zatim slede: 2. a_7 - Poljoprivredna naselja i restitucija za seoska naselja, 3. a_3 - Šumarstvo i poljoprivreda u kombinaciji, 4. a_{10} - Proširenje prirodnih rezervata (biodiverziteta), 5. a_6 -Zona za industrijsku gradnju, 6. a_8 - Privremena odlagališta (pepela, šljake, jalovine i komunalnog otpada), 7. a_4 - Akvatorijalni kompleks (vodene površine) + ribarstvo, 8. a_9 - Stočarsko- farmerski kompleks, 9. a_2 – Poljoprivreda (ratarstvo i povrtarstvo), 10. a_{11} - Prepuštanje spontanoj sukcesiji i autorekultivaciji i 11. a_5 - Sportsko rekreativni kompleks.

Tabela 2. Određivanje indeksa preferencija i poredak alternativa

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	T^+	T	Rang
a_1	0.0000	0.5615	0.5462	0.6000	0.8615	0.5538	0.4692	0.6538	0.6923	0.5385	0.5462	0.6023	0.3638	1
a_2	0.2692	0.0000	0.2462	0.4000	0.6769	0.4538	0.3308	0.3615	0.5538	0.2846	0.3615	0.3938	-0.0985	9
a_3	0.2846	0.4538	0.0000	0.4923	0.7692	0.5462	0.3308	0.5462	0.5538	0.4462	0.5462	0.4969	0.1038	3
a_4	0.0923	0.4154	0.4154	0.0000	0.5077	0.4154	0.4154	0.2154	0.5077	0.4385	0.4385	0.3862	-0.0623	7
a_5	0.1385	0.3231	0.2308	0.3769	0.0000	0.2000	0.2000	0.4692	0.1231	0.3615	0.5308	0.2954	-0.2869	11
a_6	0.2769	0.5462	0.4077	0.5077	0.3692	0.0000	0.2846	0.4692	0.3692	0.5077	0.5462	0.4285	0.0069	5
a_7	0.3462	0.5769	0.4385	0.4538	0.5923	0.5462	0.0000	0.5462	0.3615	0.3615	0.5308	0.4754	0.1146	2
a_8	0.2231	0.4538	0.4538	0.4000	0.4538	0.3615	0.4538	0.0000	0.4538	0.4769	0.3846	0.4115	-0.0431	6
a_9	0.1385	0.3692	0.3231	0.4385	0.4846	0.4154	0.2462	0.5462	0.0000	0.4538	0.5308	0.3946	-0.0685	8
a_{10}	0.3231	0.6769	0.4154	0.5615	0.6385	0.4000	0.4077	0.5231	0.5462	0.0000	0.5308	0.5023	0.0685	4
a_{11}	0.2923	0.5462	0.4538	0.2538	0.4692	0.3231	0.4692	0.2154	0.4692	0.4692	0.0000	0.3962	-0.0985	10
T^-	0.2385	0.4923	0.3931	0.4485	0.5823	0.4215	0.3608	0.4546	0.4631	0.4338	0.4946			

5. ZAKLJUČAK

Izbor oblika i načina rekultivacije degradiranih površina rudarskim radovima, osetljiv je i multidisciplinaran problem, od čijeg rešenja zavise biološki, ekološki, socio-ekonomski, kulturološki i drugi efekti sagledivi u dužem vremenu. Izloženi pristup u radu, može biti inspirativan za rešavanje ovakvih i sličnih problema, pa s toga prevazilazi značaj jednog površinskog kopa uglja. Opšte iskustvo ukazuje da je *PROMETHEE* model delotvoran u analizama, izboru, ocenama odlučivanju i značaju rešanvanja različitih višeatributnih problema u oblasti rudarstva i geologije

Očigledno je i na ovom primeru, presudan uticaj na izbor pošumljavanja imala apsolutno najniža cena, i relativno visoka moguća površina zauzimanja šumom, pored ostalih povoljnih kriterijumi koji su uticali na donošenje ovakve odluke. Zatim slede izgradnja poljoprivrednih naselja i restitucija za seoska naselja kao odličan vid regeneracije seoskih domaćinstava koja su morala biti uklonjena na putu osvajanja tamnavskog

lignita na levoj obali Kolubare. Zatim dolaze poljoprivredne i šumarske rekultivacione forme u vidu kombinovanog pošumljavanja i poljoprivrede i proširenje prirodnih rezervata (biodiverziteta) što doprinosi održivom razvoju ovog ravničarskog i nekad poljoprivrednog kraja. U svakom slučaju za jedan poljoprivredan kraj kakva je tamnavska ravnica i kolubarski kraj uopšte ovi rezultati se uklapaju u postojeći eko sistem i predstavljaju pravilan izbor u pogledu biodiverzitetskog, pejzažnog, antropogenog i društvenog nasleđa i tradicije.

Ovaj rad je rezultat Projekata Energetske efikasnosti Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije: *Unapređenje tehnologije površinske eksploatacije lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu*, br. 33039, 2010-2013. godine, kojim rukovodi Prof. dr Nikola Lilić.

LITERATURA

1. Abath J. R. de Almeida A. T., Outsourcing multi-criteria decision model based on PROMETHEE method (Report), Journal of Academy of Business and Economics, International Academy of Business and Economics, Vol 9, No I, 2009.
2. Brans J. P., Mareschal B., PROMETHEE methods, Figueira J., Greco S., Ehrgott M., eds Multiple decision criteria state of the art surveys, Springer, (163-196), 2005.
3. Pavlović V. i saradnici, *Aktuelizovani investicioni program izgradnje površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje,* Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 2007.
4. Vujić S , Cvejić J., Miljanović I., Drađić D., *Projektovanje rekultivacije i uređenje predela površinskih kopova*, Rudrsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu i Akademija inženjerskih nauka Srbije, Beograd, 2009.
5. Vujić S., Dimitrijević B., Nikolić J., Milošević D., Makar N., Marjanac S., Izbor rekultivacionog rešenja površinskog kopa Klenovnik višeatributnom analizom: Modelski pristup kod izbora, XL SYM-OP-IS 2013, Zlatibor, 2013.

SELEKTIVNO OTKOPAVANJE UGLJA IZ SEVERNE KOSINE POVRŠINSKOG KOPA RAŠKOVAC

SELECTIVE COAL EXCAVATION FROM THE NORTHERN SLOPE OF THE RASKOVAC OPEN PIT MINE

Đurović M.[1], Božić B.[2], Popović J.[3]

Apstrakt

Na površinskom kopu Raškovac otkopavanje uglja se vrši diskontinualno, uz selektivno izdvajanje međuslojne jalovine (gline). Duži vremenski period eksploatacija uglja na kopu Raškovac vršena je samo u središnjem i južnom delu kopa, tako da je severni deo kopa sa frontom radova na uglju zaostajao za radovima u centralnoj zoni za cca. 350 m. Ugljena serija je sa dva glinena proslojka moćnosti od 0,5 do 2,5 m izdeljena na tri ugljena banka i to: I, II i III ugljeni banak. Glina čija je moćnost do 2,5 m, a nalazi se između II i III banka prestavlja potencijalnu opasnost za pojavu nestabilnosti i eventualnog parcijalnog klizanja dela završne severne kosine. U zoni severne završne kosine nalaze se rudnički i drugi objekti, pa je zbog toga bilo potrebno posvetiti posebnu pažnju načinu otkopavanja i potrebnom koeficijentu sigurnosti. Celokupni ugalj iz severne kosine kopa otkopaće se u četiri segmenta. Svaki segment se otkopava zasebno, a otkopani prostor se sukcesivno zapunjava peskovitim materijalom do projektovane kote i tako se vrši izrada potpornih nasipa koji omogućavaju stabilnost severne kosine i nesmetan nastavak rada sa celokupnom dužinom fronta radova na uglju.

Ključne reči: selektivno otkopavanje uglja, zamena masa, sigurnost kosine.

[1] Đurović Mirjana, EFT Rudnik i Termoelektrana Stanari d.o.o. Stanari, BiH-Republika Srpska
[2] Božović Boban, EFT Rudnik i Termoelektrana Stanari d.o.o. Stanari, BiH-Republika Srpska
[3] Popović Jelena, EFT Rudnik i Termoelektrana Stanari d.o.o. Stanari, BiH-Republika Srpska

Abstract

Coal excavation at the Raskovac open pit coal mine is performed by discontinious mechanization, with selective exctraction of the interburden (clay). For a long period of time, coal exploitation at the Raškovac open pit was carried out only in the central and southern part of the open pit, in a way that the coal excavation in the northern part lagged behind the excavation in the central zone for approximately 350 m. Coal is divided by two clay bands with thickness ranging from 0,5 to 2,5 m into three coal seams as follows: I, II and III coal seam. Clay with thickness up to 2,5 m, which is located between the second and third coal seam represents a potential danger to the appearance of instability and possible partial slide of northern part of the finished northern slope. Mine and other facilities are located in the northern slope zone, therefore it was necessary to pay particular attention to the excavation method and required safety margin. The entire coal from the northern slope will be excavated in four segments. Each segment is being excavated separately, and the excavated space is successively being backfilled with sandy material to the projected elevation and in that way making the supporting embankments that enable northern slope stability and smooth continuation of the coal works.

Key words: selective coal excavation, replacement of the masses, slope safety.

1. UVOD

Površinski kop Raškovac obuhvata zapadni revir severnog dela stanarskog ugljenog basena. Eksploatacija uglja na kopu Raškovac vrši se selektivno uz izdvajanje međuslojne jalovine. Duži vremenski period eksploatacija uglja se vršila samo u središnjem delu kopa, sa ostavljanjem neotkopanog dela uglja na samom jugu i na severu u završnoj severnoj kosini. Krajnji južni delovi se ostavljaju za kasniju eksploataciju zbog lošeg kvaliteta uglja (sloj ispresecan sa više proslojaka međuslojne gline). U severnom delu kopa do sada se otkopavao samo prvi i delimično drugi banak uglja, dok je treći banak ostajao neotkopan. Front radova u severnoj zoni zaostajao je tako za radovima u središnjoj zoni za oko 350 m.

Otkopavanjem uglja u severnoj zoni kopa omogućiće se stvaranje potrebnog prostora za ravnomerno napredovanje unutrašnjeg odlagališta, čiji front napredovanja takođe zaostaje u sevenom delu kopa.

U zoni severne kosine nalaze se rudnički i drugi objekti pa je prilikom eksploatacije potrebno povesti dodatnu pažnju načinu otkopavanja uz povećanje potrebnog koeficijenta sigurnosti završne kosine radi lokacije objekata.

Ranijim tehničkim rešenjima bilo je predviđeno da se duž severne granice kopa otkopava sav ugalj do prirodne granice (isklinjenja), izuzev u severo-istočnom delu gde je bilo predviđeno uspostavljanje privremene granice ostavljanjem zaštitnog stuba prema groblju, prema trafostanici i dalekovodima. Maksimalna visina završne kosine je 60m a maksimalni ugao završne kosine je 33^0. Novim tehničkim rešenjem otkopavanja uglja u segmentima uz istovremenu zamenu masa uglja sa peskom iz otkrivke omogućava otkopavanje celokupne količine uglja do severne granice kopa uz očuvanje stabilnosti severne završne kosine.

2. TEHNIČKI OPIS GEOLOŠKIH I GEOTEHNIČKIH USLOVA EKSPLOATACIJE UGLJA U SEVERNOJ ZAVRŠNOJ KOSINI

Ugljeni sloj u severnoj zoni površinskog kopa je pod nagibom od 10°, sa padom od severa prema jugu. U pojedinim zonama severne kosine ugljeni sloj se prostire i izvan granica površinskog kopa. Debljina međuslojne jalovine (gline) između I i II banka se kreće u proseku oko 0,5 m, a između II i III banka prosečna debljina je 2,5 m. Na severnom delu delimično se spajaju I i II banak, jer u ovom delu ugalj isklinjava.

Proslojak gline između II i III banka predstavlja potencijalnu opasnost zbog moguće pojave lokalne nestabilnosti i eventualnog parcijalnog klizanja dela završne kosine.

Sa geotehničkih aspekata uslovi eksploatacije uglja u ovom delu kopa su nepovoljni zbog relativno strmog zaleganja ugljenog sloja i zbog prisustva proslojaka viskoplastične gline (sivozelene i ugljevite gline).

U morfološkom pogledu prirodni teren je u nagibu što takođe ima nepovoljan uticaj na stabilnost kosina. Hidrogeološki uslovi u ovoj zoni su relativno povoljni jer je ostvareni front rudarskih radova omogućio da se krovinske porozne sredine ocede ukoliko je bilo podzemnih voda. Takođe je važno da su krovinski šljunkovi i peskovi u ovoj zoni uglavnom bezvodni zbog hipsometrijskog položaja u terenu.

3. PROJEKTNO REŠENJE EKSPLOATACIJE UGLJA

Eksploatacija uglja na površinskom kopu vrši se bagerima Komatsu PC 350-7K i PC 360. Broj bagera koji se angažuju na otkopavanju uglja zavisi od broja utovarnih mesta i broja kamiona koje bageri opslužuju. U zavisnosti od potreba za isporučenom DTV uglja potrošačima određuje se lokacije sa kojih će se vršiti utovar uglja, broj utovarnih mesta i broj kamiona koji će se utovariti sa jednog mesta otkopavanja. Redovnim uzimanjem uzoraka uglja dobijaju se rezultati tehničkih analiza kvaliteta rovnog uglja na osnovu kojih se donosi odluka o mestu otkopavanja u određenoj zoni na kopu Raškovac. Otkopan ugalj boljeg kvaliteta sa jedne lokacije kopa meša se sa ugljem

lošijeg kvaliteta sa druge lokacije na kopu u potrebnim omerima prema traženim zahtevima tržišta za kvalitetom uglja. Ugalj se otkopava selektivno u blokovima sa tri podetaže tj. svaki ugljeni banak čini jednu podetažu. Blokovi su širine do 40 m. Na prvoj podetaži bager se nalazi na krovini ugljenog sloja. Prilikom otkopavanja II i III banka prvo se otkopa međuslojna glina i zatim se započinje sa otkopavanjem uglja. Glavni izvozni put za ugalj nalazi se na krovini II banka.

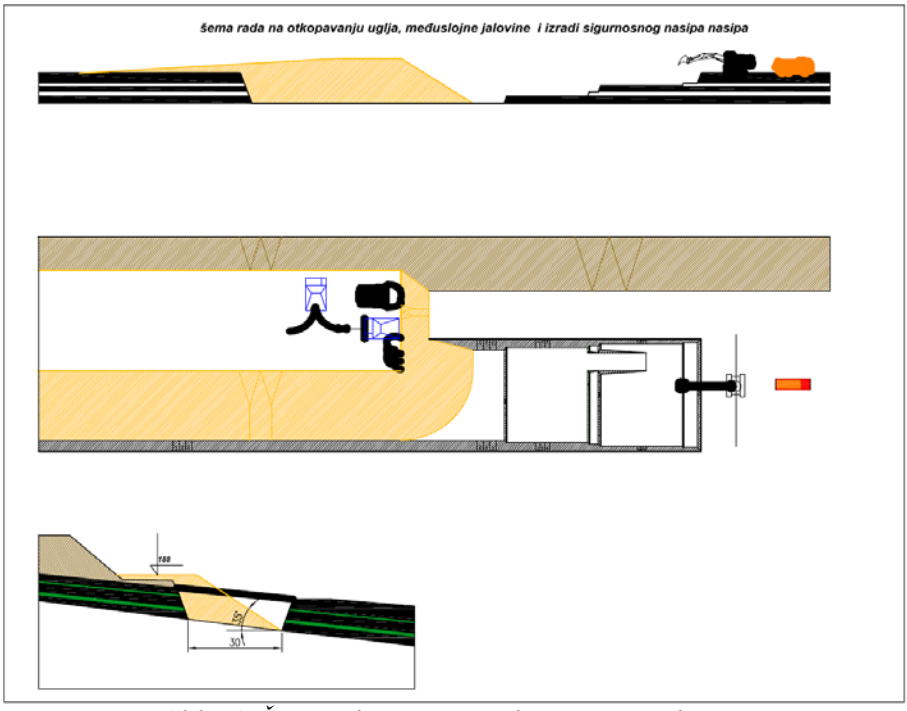
Niveleta podetažnih ravni je promenljiva i zavisi od niveleta krovine pojedinih banaka uglja. Širina berme na radnim podetažama na kojima se vrši utovar uglja i međuslojne jalovine mora biti dovoljna za manipulaciju kamiona, a to je minimalno dve dužine kamiona odnosno 15 m.

Bagerima otkopan i utovaren ugalj u kamione Kamaz transportuje se do separacije gde se vrši klasiranje i otprema drugim korisnicima.

3.1. Tehnički opis otkopavanja uglja iz severne kosine

Otkopavanje uglja započeće sa zapadne strane izradom useka širine u dnu 30 m i dužine 100 m. Otkopavaće se celokupan ugalj po postojećoj tehnologiji. Nakon otkopavanja uglja pristupiće se sukcesivno izradi potpornog nasipa od peskovitog materijala po niveleti 188 m, a prema tehnološkoj šemi prikazanoj na Slici 1.

Nakon izrade prvog potpornog nasipa nastaviće se otkopavanje uglja južno od njega i to otkopavanjem celokupnog uglja, a nakon toga bi se izradio drugi potporni nasip po koti 178 m. Završetkom otkopavanja prvog segmenta pristupa se izradi useka za otkopavanje drugog segmenta uz istu tehnologiju rada. Veoma je važno da selektivno izdvajanje proslojka gline veće moćnosti iznad III banka uglja i otkopavanje III banka budu vremenski tako izvedeni da se ne ostavlja duži vremenski period otvorena glina iznad trećeg banka, zbog sprečavanja eventualnog klizanja. Prostor iz kojeg je otkopan ugalj do podine odmah je potrebno zapuniti peskom, odnosno odmah izvršiti zamenu materijala u severnoj kosini.



Slika 1. Šema otkopavanja uglja iz severne kosine

3.2. Selektivno otkopavanje i odlaganje proslojaka međuslojne jalovine

Međuslojna jalovina koja je ugljeni sloj podelila na tri banka, uslovila je selektivno otkopavanje uglja uz potrebu eliminisanja svih jalovih proslojaka sa krovine svakog banka. Proslojak jalovine se otkopava, utovara u kamione i izvozi na odlagalište. U slučajevima kada je proslojak jalovine tanji buldozerima se odgura na deo radilišta gde ne ometa proizvodnju, a kasnije se utovari u kamione i odloži na odlagalište. Glina koja se nalazi između drugog i trećeg banka uglja je veće moćnosti i ona se odmah otkopava i utovara u kamione i izvoziti na odlagalište. Otkopavanje i utovar gline u kamione vrši se hidrauličnim bagerom, a odvoz će se vršiti kamionima Belaz. Otkopavanje gline na trećem ugljenom banku mora biti takvo da se izbegne duže ostavljanje otvorene površine gline pod dejstvom atmosferskih padavina radi stvaranja uslova za njeno otkopavanje. Na trećem banku potrebno je iskopati jedan deo gline do krovine trećeg banka uglja i u uglju iskopati sabirnik za vodu i na taj način stvoriti uslove da se voda ne sakuplja na delu koji je prekriven glinom. Glina se kamionima izvozi i odlože na unutrašnje odlagalište na višim etažama odlagališta ili u izdvojeni prostor u južnom delu odlagališta gde se vrši samo odlaganje gline.

Dinamika otkopavanja uglja iz severne kosine po segmentima:

Količina uglja iz I useka:

	Ugalj (t)	P %	kJ/kg
Ukupno	12.841	4,0	9.790

Količina uglja i međuslojne jalovine u I segmentu:

(t) u ležištu	(t) čistog uglja	kJ/kg	P %	M.J. (m^3)
194.555	184.827	9.905	3,65	44.353

Količina uglja iz useka II segmenta:

	Ugalj (t)	P %	kJ/kg
Ukupno	22.085	4,4	9.949

Količina uglja i međuslojne jalovine u II segmentu:

(t) u ležištu	(t) čistog uglja	kJ/kg	P %	M.J. (m^3)
198.825	188.884	10.079	3,94	45.332

Otkopavanje segmenata ide tako da se tek nakon zapunjavanja otkopanog prostora peskom, odnosno izradom potpornih nasipa započinje otkopavanje narednog segmenta.

Količina uglja iz useka III segmenta:

	Ugalj (t)	P %	kJ/kg
Ukupno:	42.892	4,2	8.050

Količina uglja i međuslojne jalovine u III segmentu:

(t) u ležištu	(t) čistog uglja	kJ/kg	P %	M.J. (m^3)
232.110	220.505	9.216	3,84	52.921

Količina uglja iz useka IV segmenta:

	Ugalj (t)	P %	kJ/kg
Ukupno:	51.520	3,8	8.386

Količina uglja i međuslojne jalovine u IV segmentu:

(t) u ležištu	(t) čistog uglja	kJ/kg	P %	M.J. (m^3)
158.086	150.182	8.679	3,93	36.044

Kod IV segmenta zbog većeg pada sloja uglja izrada potpornog nasipa vršiće se tako da će prvi nasip biti uži, a nakon izrade drugog nasipa on će se proširiti.

Ukupna količina uglja iz severne kosine:

	(t) u ležištu	(t) čistog uglja	kJ/kg	P %
Ukupno	783.576	744.398	9.948	3,84

Količina međuslojne gline koja će se otkopati iz severne kosine:

Međ. jal.	I segment	II segment	III segment	IV segment	Ukupno
(m^3)	44.353	45.332	52.921	36.044	178.650

3.3. Tehničko-tehnološke mere koje je potrebno preduzeti da bi se otkopao ugalj u severnoj kosini

Pri izradi useka ugalj treba otkopavati do podine ugljenog sloja. Nakon otkopavanja uglja i međuslojne jalovine potrebno je sukcesivno izrađivati potporni nasip, pri čemu treba voditi računa da prostor između linije uglja na podini i nasutog materijala potpornog nasipa bude što manji. Međuslojna jalovina ne sme se odlagati u potporni nasip.

Teren iznad potpornog nasipa i sam potporni nasip potrebno je redovno kontrolisati vizuelno i geodetski praćenjem repernih tačaka. U slučaju da se primeti i minimalno pokretanje masa potrebno je ojačati potporni nasip.

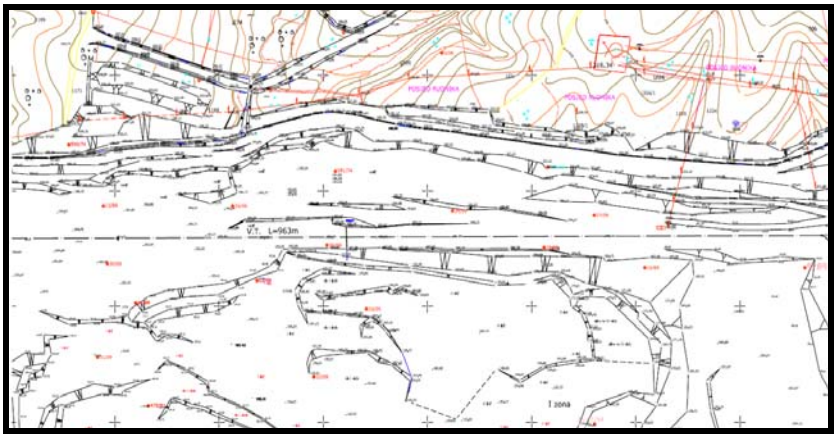
Ne sme se dozvoliti eventualno sakupljanje vode u izrađenim usecima, odnosno u nožici odloženog materijala u nasipu. Eventualna pojava vode u useku potrebno je prepumpati do glavnog vodosabirnika ili severnog zaštitnog kanala.

4. ANALIZA STABILNOSTI PROJEKTOVANE SEVERNE KOSINE

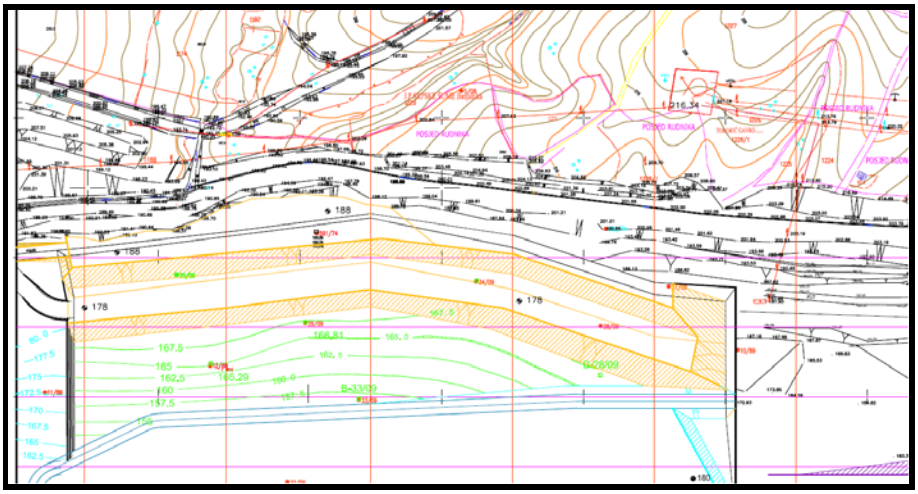
Zbog nepovoljnih geotehničkih uslova otkopavanja uglja u severnoj zoni, pre svega zbog strmog zaleganja uglja kao i zbog prisustva proslojaka visokoplastičnih glina predviđeno je da se ugalj u definisanim konturama otkopava u segmentima jer se time održava uklještenje kosine.

Na Slikama 2 i 3 prikazana je deo severne kosine kopa Raškovac i to pre početka otkopavanja III banka uglja i nakon ugradnje sanacionog nasipa.

Neposredno nakon otkopavanja odgovarajuće deonice vršiće se ugradnja nasipa od jalovinskog materijala i to peskovitih šljunkova, u širini oko 60 m. Nakon otkopavanja uglja čitavom dužinom fronta završne severne kosine biće ugrađen nasip.



Slika 2. Severna kosina pre otkopavanja III banka uglja



Slika 3. Severna kosina nakon otkopavanja uglja i zamene masa

Radi dokaza stabilnosti završnih generalnih i parcijalnih kosina sprovedeni su proračuni na karakterističnim presecima. Par karakterističnih geotehničkih preseka prikazano je na slikama, a dobijeni faktori sigurnost su prikazani tabelarno u Tabeli 1.

Proračun stabilnosti je vršen na najnepovoljnijim presecima, odnosno u najnepovoljnijem strukturnom sklopu kao i tamo gde se ostvaruje najveća visinska razlika između nožice i vrha kosine. Važno je istaći da se severna kosina formira u zoni isklinjenja odnosno značajnog istanjenja ugljene serije i gde je ugljeni sloj značajno proslojen glinovitim partijama. Proslojci ugljevitih i sivozelenih glina prisutni su u krovini, podini i u samom ugljenom sloju. Nagib slojeva je nepovoljan u odnosu na nagib kosine. Proračuni stabilnosti su vršeni na najnepovoljnijim presecima, odnosno gde se ostvaruje najveća visinska razlika između nožice i vrha kosine i gde je strukturni sklop najnepovoljniji. Ugljeni sloj isklinjava u ovoj zoni tako da maksimalna visina završne kosine iznosi 32 m. Kosina se uglavnom formira u krovinskim peskovima i šljunkovima, uglju, ugljevitim i sivozelenim glinama. U podini završne kosine uglavnom su zastupljeni šljunkovi, a u određenim zonama su prisutna sočiva visokoplastičnih glina.

Tabela 1. Pregled proračuna faktora sigurnosti završne severne kosine

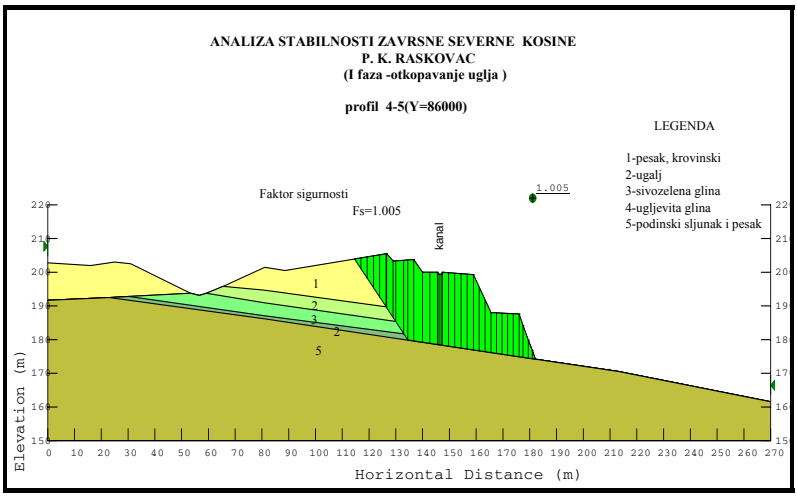
Oznaka Profil	Faktor sigur.	Objekti u blizini	Nagib $\alpha(\circ)$	Visina (m)	Metoda	Napomena Faza
4-5(Y=86000)	1,14	Kanal za odvod.	29	32	Janb	Faza otkopavanja
4-5(Y=86000)	1,16	Kanal za odvod.	25	25	Janb	Faza otkopavanja
4-5(Y=86000)	1,67	Kanal za odvod.	25	25	Janb	Faza otkopavanja
4-5(Y=86000)	1,55	Kanal za odvod.	19	39	Janb	Sa nasipom (završ. stanje)
3(Y=86150)	1,11	Kanal i transfor.	32	29	Janb	Faza otkopavanja
3(Y=86150)	1,19	Kanal i transfor.	32	29	Janb	Faza otkopavanja
3(Y=86150)	1,53	Kanal i transfor.	20	38	Janb	Sa nasipom (završno stanje)
3(Y=86150)	1,18	-	45	10	Bishop	Parcijalna kosina u krovini
3(Y=86150)	1,23	-	30	15	Bishop	Parcijalna kosina u nasipu

Analiza stabilnosti je sprovedena metodom Janbu-a. Svi pokazatelji ukazuju da na čitavom području severne granice kopa nivo podzemne vode je ispod nožice završne kosine. Bez obzira na ovu konstataciju, proračuni su sprovedeni sa uticajem vode i to sa malim pornim pritiskom za krovinske šljunkove (r_u = 0,1). U blizini aktuelnog dela završne severne kosine od značajnih objekata nalazi se trafo stanica, pristupni put i obodni kanal za odvodnjavanje vode. U široj zoni, u severoistočnom delu se nalazi seosko groblje.

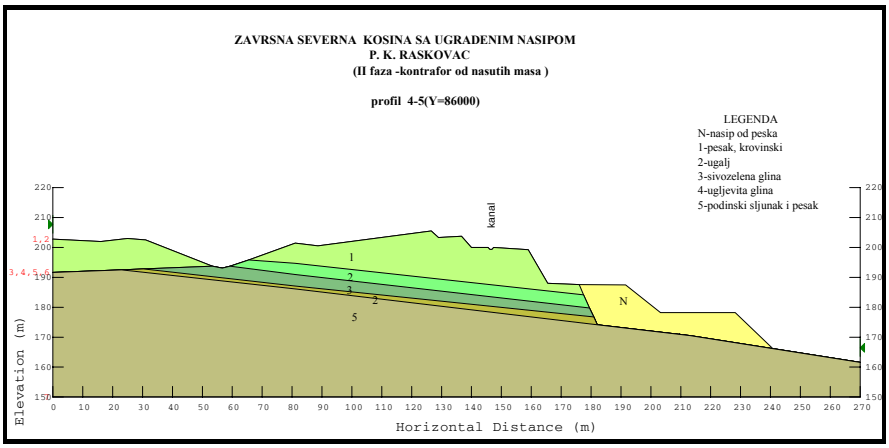
Obzirom da se u blizini ove završne kosine nalaze gore navedeni objekti, stabilnost ove kosine mora biti upotpunosti zagarantovana sa faktorom sigurnosti Fs≈1,5 a to će se postići tehnološkim postupkom, otkopavanjem uglja u segmentima i sukcesivnim zakipavanjem čitave ove zone. Tokom nakipavanja vršiće se sabijanje masa do maksimalne zbijenosti, planiranje terena i uređenje terena. Gornje parcijalne kosine u krovinskim peskovima i šljunku moraju se zaštititi od erozije. Obodnim kanalima mora se sprečiti priliv atmosferskih voda ka kosini da ne bi došlo do raskvašavanja kosine.

U fazi otkopavanja uglja-privremeno stanje, generalni nagib kosine je oko 30° i čine je tri etaža sa parcijalnim visinama od 5 do 12 m, maksimalne visine 32 m. U drugoj fazi-završno stanje nakon zakipavanja, generalni nagib kosine je od 19° do 20°.

Analize stabilnosti su sprovedene za fazu otkopavanja uglja i fazu zakipavanja odnosno završnog stanja. U prvoj fazi koja je privremenog karaktera i u ograničenom prostoru faktori sigurnosti su neznatno veći od Fs>1. Kako su ovde u pitanju uske otkopane zone u kratkom vremenskom periodu nije realno da dođe do opadanja efektivne čvrstoće na smicanje za tako kratko vreme a što bi moglo da prouzrokuje pokretanje kosine. Na Slici 3 prikazano je stanje severne kosine u I fazi otkopavanja uglja iz prvog segmenta. Sukcesivno sa otkopavanjem uglja vršiće se podupiranje kosine ugradnjom nasipa od peskovito-šljunkovitog materijala do nivelete oko 188 m i time će se obezbediti stabilnost završne severne kosine (Slika 4). Proračuni za završno stanje, odnosno nakon zakipavanja sprovedeni su na istim presecima.

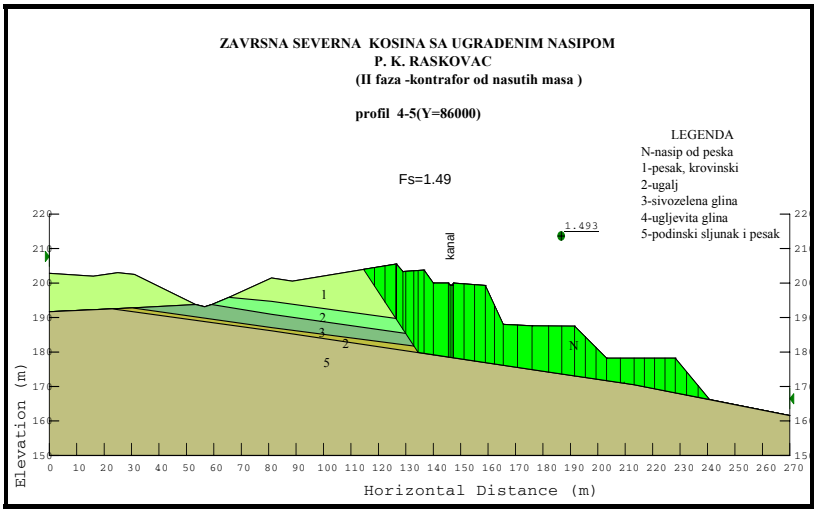


Slika 3. I faza otkopavanja uglja

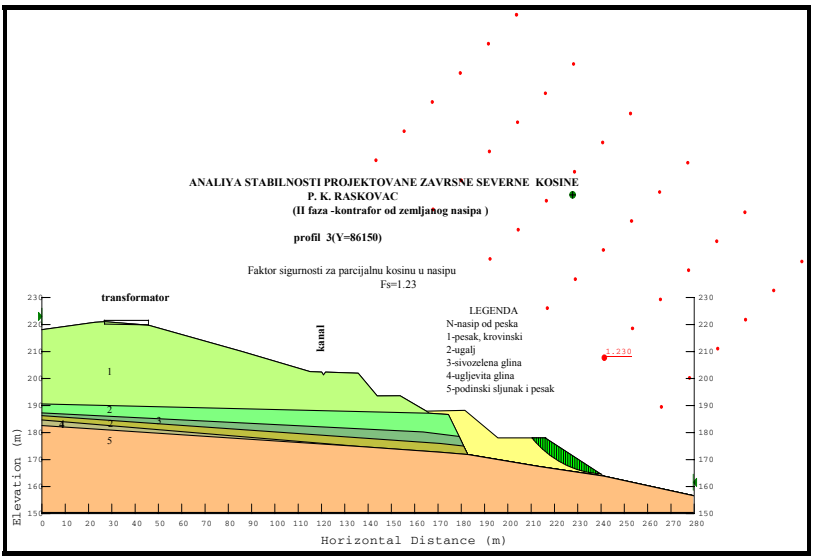


Slika 4. II faza izrada potpornog nasipa

Analize stabilnosti su sprovedene su i za parcijalne završne kosine i to za najvišu parcijalnu kosinu u krovini uglja i za parcijalnu kosinu na nasutom materijalu, odnosno nasipu. Obzirom da su ovde u pitanju parcijalne kosine u relativno homogenim sredinama, proračuni stabilnosti su sprovedeni metodom Bishopa. Na Slici 5 data je skica za proračun parcijalne kosine u krovinskom pesku i na Slici 6 za parcijalnu kosinu na nasipu. Dobijeni faktori sigurnosti su zadovoljavajući.



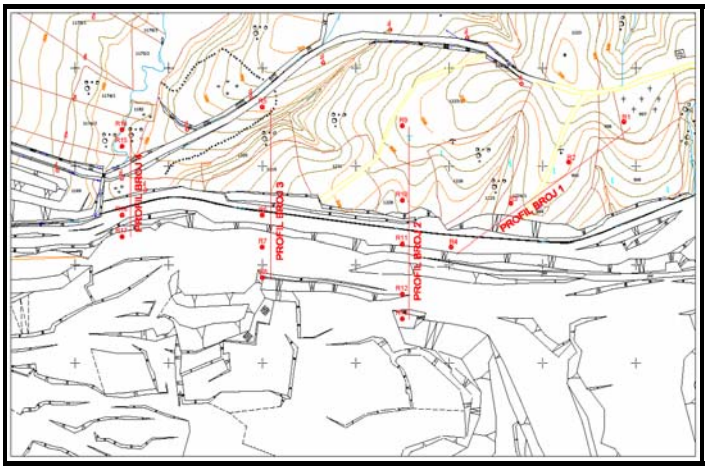
Slika 5. Parcijalna kosina u krovinskom pesku



Slika 6. Parcijalna kosina u nasipu

4.1. Monitoring stabilnosti završne severne kosine

Geodetski monitoring je predviđen u cilju praćenja eventualnih pojava nestabilnosti kosina i sleganja površine terena u zoni završne severne kosine kao i na samoj kosini. Potrebno je vršiti opservaciju i u neposrednoj blizini završne severne kosine, u blizini objekata, gde će se opažati deformacije (pomeranja i sleganja) ukoliko do toga dođe. Za potrebe osmatranja horizontalnih i vertikalnih pomeranja u području završne severne kosine kopa planira se ugradnja geodetskih repera duž četiri profila (Slika 7) i to duž čitave aktuelne zone završne severne kosine. Ugradnja repera prevashodno je planirana u području groblja i trasfostanice. Ugradiće se ukupno 17 repera (Tabela 2), za potrebe osmatranja pomeranja tla na završnim kosinama površinskog kopa i okolnog terena. Reperi koji će služiti za praćenje stabilnosti će biti stabilizovani drvenim kočevima dimenzija 7*7cm sa rupicom u sredini i ukopani u tlo u dubini oko 1m. Stabilne geodetske tačke sa kojih će se vršiti osmatranje, a koje će biti postavljene na intaktnom tlu van granica kopa, će biti stabilizovane betonskim stubovima dimenzija 12*12*50 cm sa metalnim bolcnom u sredini prečnika 2 mm. Betonski stub će biti ukopan oko 40cm u tlo, dok će preostalih 10 cm biti iznad tla.



Slika 7. Položaj profila za monitoring

Geodetskim osmatranjem će se pratiti prostorno pomeranje tačaka na površini terena koja može biti zahvaćena procesom klizanja ili sleganja, kako bi se registrovala veličina, pravac i eventualno brzina deformacija terena tako da će se dobiti slika o ukupnim prostornim pomeranjima tla u odredjenom vremenskiom periodu.

Za potrebe praćenja stabilnosti biće urađen geodetski projekat osmatranja stabilnosti objekata i tla tokom izvodjenja radova.

Tabela 2. Projektovane koordinate geodetskih tačaka za praćenje stabilnosti

Redni broj profila	Oznaka repera	Koordinate i kote			Napomena
		Y	X	Z	
1	2	4	3	5	6
1	R1	6 486 387	4 957 845	227,3	U blizini groblja-teren
	R2	6 486 328	4 957 804	220,3	Teren
	R3	6 486 266	4 957 762	213,4	Berma kosine
	R4	6 486 202	4 957 718	202,0	Berma kosine
2	R5	6 486 000	4 957 860	203,7	Teren
	R6	6 486 000	4 957 750	199	Berma kosine
	R7	6 486 000	4 957 718	188	Nasip
	R8	6 486 000	4 957 687	178	Nasip
3	R9	6 486 150	4 957 841	220,4	Teren
	R10	6 486 150	4 957 765	210	Teren
	R11	6 486 150	4 957 721	202	Berma kosine
	R12	6 486 150	4 957 670	188	Nasip
	R13	6 486 150	4 957 645	178	Nasip
4	R14	6 485 850	4 957 837	193	Teren
	R15	6 485 850	4 957 820	187,5	Teren
	R16	6 485 850	4 957 750	192	Berma kosine
	R17	6 485 850	4 957 728	188	Nasip

5. ZAKLJUČAK

Otkopavanjem uglja iz severne završne kosine sa izradom potpornih nasipa, odnosno zamenom masa uglja peskom omogućilo je otkopavanje celokupnog uglja iz severne zone kopa Raškovac bez ostavljanja uglja u zaštitnim stubovima prema objektima koji se nalaze u blizini severne kosine kopa. Zbog prisustva proslojaka međuslojne jalovine selektivnim otkopavanjem omogućeno je dobijanje uglja odgovarajućeg DTV uz izdvojene primese koje utiču na njegov kvalitet. Stalnim uzorkovanjem uglja sa više lokacija na kopu dobijaju se podaci o kvalitetu uglja u različitim zonama kopa što omogućava kontrolisanu eksploataciju uglja po pitanju tražene DTV sa homogenizacijom uglja različitog kvaliteta.

ANALIZA UTICAJA NOVOG POGONA NA KONSTRUKCIJU STRELE ROTORNOG BAGERA ER 1250

ANALYSIS OF EFFECTS OF A NEW DRIVE ON THE BUCKET WHEEL EXCAVATOR ER 1250 BOOM STRUCTURE

Ignjatović D.[1], Jovančić P.[2], Maneski T.[3]

Apstrakt

Dopunskim rudarskim projektom eksploatacije dela Polja C površinskog kopa Gračanica-Gacko predviđeno je povećanje kapaciteta rotornih bagera ER 1250 sa većom specifičnom silom kopanja, odnosno ugradnja jačeg pogona. Postojeći motor pogona rotora se zamenjuje frekventno regulisanim pogonom snage 400 kW. Izvršena je neophodna provera nove konstrukcije rotora bagera numeričkim i eksperimentalnim metodama, u cilju sagledavanja uticaja nove opreme na konstrukciju strele rotora koja se neće menjati. Analize su pokazale da nova konstrukcija povoljno utiče na ponašanje strele i bagera, pošto rezultati sa novom konstrukcijom ukazuju na znatno poboljšanje.

Ključne reči: rotorni bager, strela, pogon, modeliranje, mernje

Abstract

Additional mining project for mining of one part on the Field C of the opencast mine Gračanica-Gacko is envisaged to increase the capacity of bucket wheel excavators ER 1250 with more specific digging force, i.e. installation of stronger drive. The current motor drive of the bucket wheel is

[1] Prof. Dr Ignjatović Dragan, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Prof. Dr Jovančić Predrag, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Prof. Dr Maneski Taško, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd

to be replaced by frequency controlled drive with power of 400 kW. It has been performed the necessary inspection of the new design for the of bucket wheel excavator drive by numerical and experimental methods in order to assess the impact of a new equipment on the bucket wheel boom structure that is not going to be changed. Analyses have shown that the new structure has a positive effect on the boom and excavator behavior, as results with a new structure indicate a significant improvement.

Keywords: bucket wheel excavator, boom, drive, modeling, measurement

1. UVOD

U rudniku uglja Gračanica-Gacko rade tri rotorna bagera tipa ER 1250 (Slika 1). Ovi bageri rade na na otkopavanju otkrivke oko 30 godina sa manjim ili većim problemima. Osnovni problemi bili su vezani za otkopavanje čvrstih materijala, pogotove serije laporaca N[8]. Naime, nedovoljna specifična sila kopanja uslovljavala je otežani rad ovih bagera sa sa izraženim vibracijama u radu i velikim padom kapaciteta i oštećenjima čelične konstrukcije.

Slika 1. Rotorni bageri ER 1250 na površinskom kopu Gračanica

Dopunskim rudarskim projektom eksploatacije dela Polja C površinskog kopa Gračanica-Gacko predviđeno je da rotorni bageri otkopavaju godišnje po 1,200,000 m. Ovi bageri su u 2009. i 2010. godini u proseku ostvarili oko 238 m^3/h. Osnovni preduslov za ostvarivanje potrebnog kapaciteta je povećanje raspoloživosti rada ovih bagera (i celih sistema) i povećanje prosečnog kapaciteta na oko 350 m^3/h. Da bi se povećao kapacitet potrebno je povećanje specifične sile kopanja, odnosno ugradnja jačeg pogona. Budući da je proizvođač bagera dao saglasnot samo na povećanje pogona na 400 kW, uz ograničavanje da se sa 350 kW ne može očekivati znatno

povećanje kapaciteta u tvrdim serijama. Postojeći motor pogona rotora se zamenjuje frekventno regulisanim pogonom radi instalacije sistema sa mogućnošću kontrole brzine obrtanja rotora. Novi pogon je snage 400 kW broj obrtaja 990 u minuti sa naponom 400 V. Brzina je promenljiva između 50% i 120% pod opterećenjem. Reparaturna brzina je 10%.

Planiranom rekonstrucijom povećaće se specifična sila kopanja, te je neophodno izvršiti analizu nove konstrukcije rotora bagera u cilju sagledavanja uticaja nove opreme na konstrukciju strele rotora koja se neće menjati.

Slika 2. Novi rotor bagera ERs 1250 nakon revitalizacije

2. PRIMENJENE METODE ISTRAŽIVANJA

U cilju sagledavanja uticaja nove konstrukcije primenjene su numeričke i eksperimentalne metode.

Prvi korak bio je izrada modela strele i rotora modelom konačnih elemenata. Za različite slučajeve opterećenja određen je nivo naponoskog stanja i deformacije.

Drugi korak u analizi bila su terenska merenja koja su obuhvatala:

- Merenja vibracija strele u radu pre i nakon revitalizacije
- Merenja napona u knstrukcije strele pre i nakon revitalizacije
- Merenja otpora na kopanje

2.1. Modeliranje

Model strele urađen je metodom konačnih elemenata. Ukupno je definisano 5245 čvornih tačaka, 703 linijska konačna elementa i 5161 površinska konačna elemenata.

Model rotora je takođe urađen metodom konačnih elemenata. Ukupno je definisano 6736 čvornih tačaka, 93 linijska konačna elementa i 5058 površinska konačna elemenata.

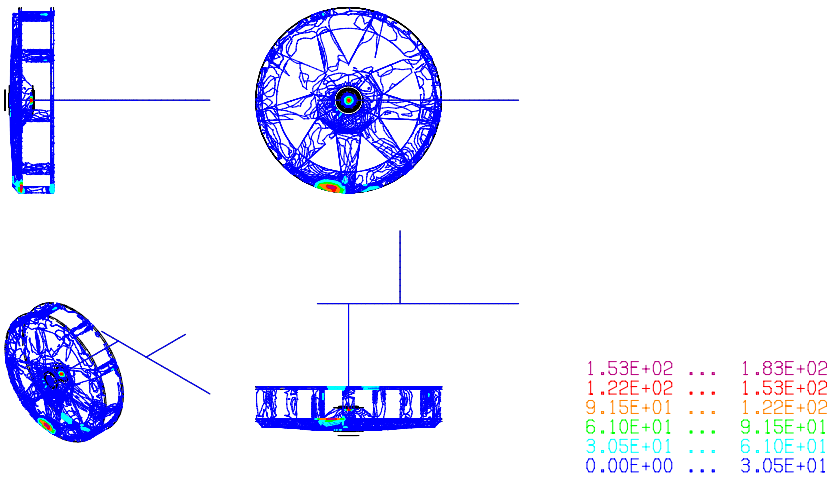
2.2. Analiza proračuna stanja strele i rotora

Proračun strele je izveden za dva slučaja opterećenja: pri punom iskorišćenju snage elektromotora, odnosno pri isključenju sigurnosne spojnice uz dodatno opterećenje od težine materijala u traci i sekundarne težine, i drugi kao statički proračun od inercionog opterećenja (1g) mase rotora i pogonske grupe.

Analiza ponašanja strele pokazala je povoljno ponašanje za oba slučaja opterećenja.

Proračun rotora je izveden za dva slučaja opterećenja (položaj vedrice i predrezača u odnosu na paoke) pri punom iskorišćenju snage elektromotora, odnosno pri isključenju sigurnosne spojnice.

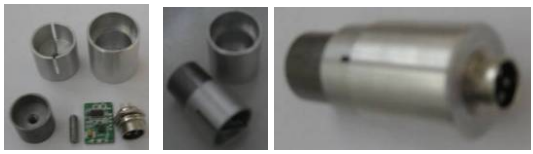
Analiza je pokazala povoljno ponašanje rotora, budući da je maksimalna deformacija za drugi slučaj opterećenja iznosila 94 mm, a maksimalni nivo napona bio je 183 MPa.



Slika 3. Ekvivalentni naponi na rotoru za drugi slučaj opterećenja [MPa]

2.3. Terenska merenja vibracija

Trerenska merenja vibracija izvršena su u tri navrata sa starom konstrukcijom tokom marta i juna 2012. godine i nakon revitalizacije bagera nakon ugradnje novog pogona i rotora tokom marta 2013. godine. Kao senzor ubrzanja korišćen je trokomponentni senzor od 5g, 2000 Hz, MikroElektronika, Srbija.

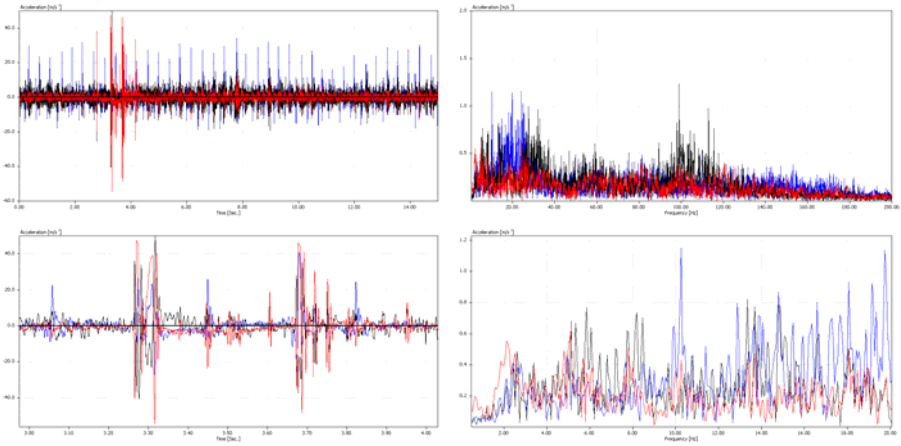


Slika 4. Senzor ubrzanja

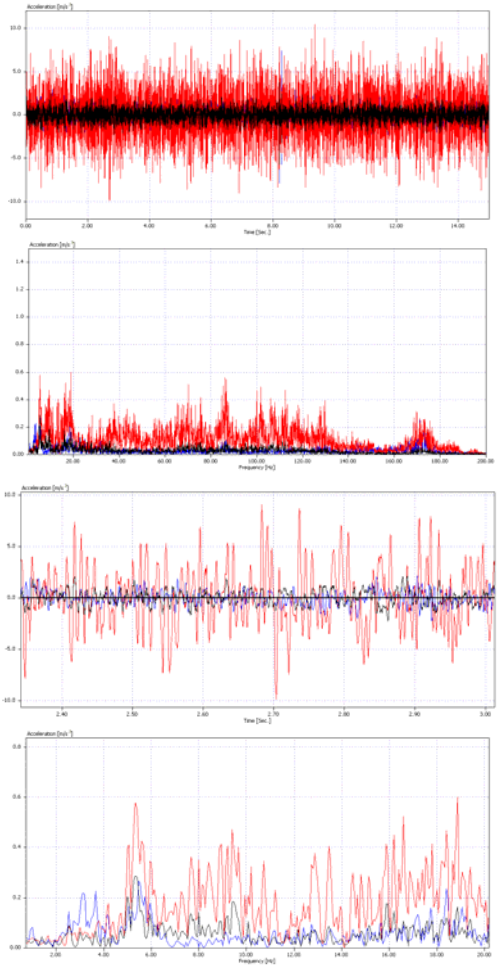
Merenja su obavljena na pogonskoj grupi (ležaju elektromotora, reduktoru, momentnoj polozi), jarmu, streli rotora - cev strele (na 4 merna mesta duž strele), kao i na pogonu trake rotora i centralnom stubu. Na Slikama 5 i 6 prikazani su rezultati merenja ubrzanja u vremenskom i frekvetnom deomenu na jednom mernom mestu pre revitalizacije i nakon revitalizacije. Kao reprezentativni primer prikazano je merenje na momentnoj poluzi.

Primenjene boje linija predstavljaju sledeće merna pravca:

linija crne boje – poprečni horizontalni pravac na radnu strelu
linija crvene boje – pravac duž radne strele
linija plave boje – vertikalni pravac.



Slika 5. Momentna poluga - merenje pre revitalizacije



Slika 6. Momentna poluga - merenje nakon revitalizacije

Merenja na pogonskoj grupi i streli rotora pokazala su nepovoljno dinamičko ponašanje jer su registravane izuzetno velike vrednosti ubrzanja koja su se kretala i do 4,5 g. Dominantne frekfence pogonske grupe i strele su 5, 6 i 10 Hz (300, 360 i 600 o/min). Ovako nepovoljno ponašanje poticalo je od reznih elemenata i vešanja momentne poluge na streli.

Rezultati merenja nakon revitalizacije pokazali su nešto povoljnije dinamičko ponašanje jer su registrovane niže ali dalje velike vrednosti ubrzanja koje se se kretala i do 1 g, a dominantne frekfence pogonske grupe i strele su i dalje 5, 6 i 10 Hz (300, 360 i 600 o/min).

2.4. Terenska merenja naponskog stanja strele bagera u radu

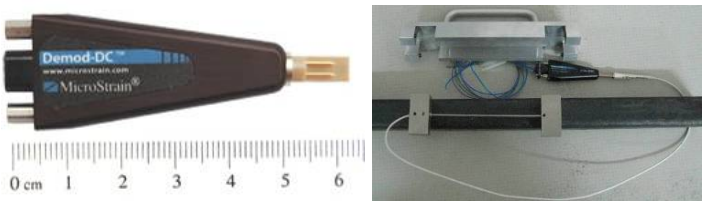
Merenje napona izvršeno je primenom induktivnog senzora. Induktivni senzor meri promenu dužine nosača (ΔL) na 100 mm rastojanja (L) između magneta koji se postavljaju na mestu merenja. Vrednost napona računamo preko Hukovog zakona:

$\sigma = E \cdot \varepsilon$, gde je:

E - modul elastičnosti materijala

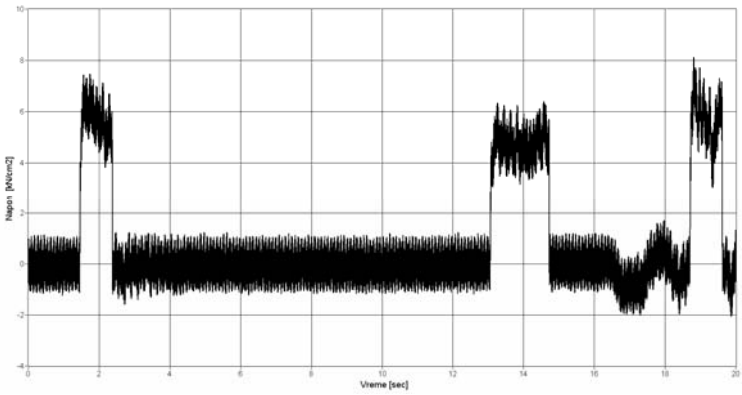
$\varepsilon = \Delta L / L$ - relativna deformacija

Izgled induktivnog senzora dat je na Slici 7.



Slika 7. Induktivni senzor deformacije, MicroStrain S-DVRT-MAG

Merenje napona izvedeno je na više mesta duž strele pre (Slika 8) i nakon revitalizacije.



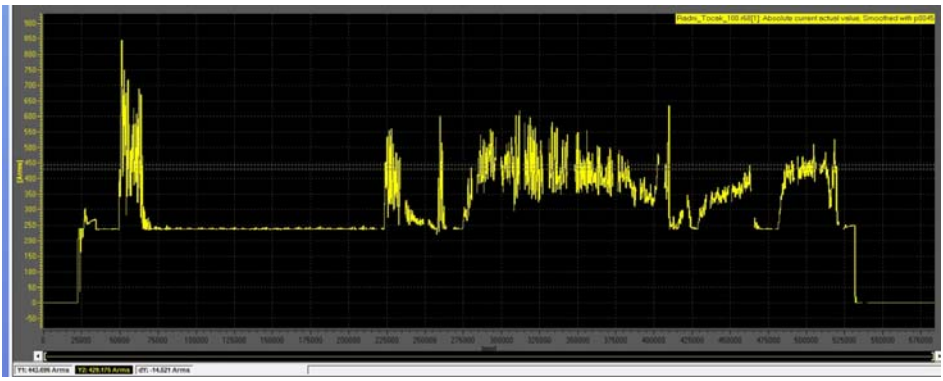
Slika 8. Merenja napona na poziciji cevi na vrhu strele - bočna strana

Merenje napona u konstrukciji strele ukazala su da su izmerene vrednosti maksimalnih napona u konstrukciji strele pri nepovoljnom dinamičkom opterećenju su znatno ispod dozvoljenih vrednosti i kreću se maksimalno do 16 kN/cm^2. Registrovani pikovi na dijagramima su posledica nepovoljnog dinamičkog ponašanja.

Merenja napona u konstrukciji strele nakon revitalizacije pokazala su da izmerene vrednosti maksimalnih napona u konstrukciji strele pri povoljnijem dinamičkom opterećenju u odnosu na prvo merenje su znatno ispod dozvoljenih vrednosti i kreću se maksimalno do 5 kN/cm^2.

2.5. Merenja otpora na kopanje

Merenja otpora na kopanje vršena su istovremeno sa ostalim merenjem, a u cilju upoređenja dobijenih rezultata. Merenje je izvršeno registrovanjem angažovane struje za pogon rotora sa preračunom potrebne snage za dizanje materijala, a ukupna dužina reznih izvica u kontaktu sa materijalom i trenutni kapacitet preračunati su preko parametara odreska i konstruktivnih karakteristika bagera. Merenja su pokazala slične rezultate odnosno angažovana struje se kretala 450 - 500 A.



Slika 10. Deo izmerene struje za pogon rotora

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu proračuna strele i rotora bagera ERs 1250 kao i izvršenih merenja pre i nakon revitalizacije može se konstatovati sledeće:

- Proračunom metodom konačnih elemenata konstatovano je povoljno ponašanje rotora i strele koje se ogleda u nivou deformacije i napona koje su znatno ispod dozvoljenih;
- Terenska merenja vibracija ukazuju na nepovoljno dinamičko ponašanje konstrukcije strele koje je uzrokovano kopanjem, odnosno neusaglašenosti sile kopanja i oblika reznih elemenata, kao i lošim konstruktivnim rešenjem momentne poluge;
- Terenska merenja napona pre revitalizacije su potvrdila rezultate proračuna;
- Merenja nakon revitalizacije ukazala su na nešto povoljnije dinamičko ponašanje, a rezultat su izvršene revitalizacije i nešto mekšeg materijala koji se otkopavao.

Za budući rad potrebno je izvršiti optimizaciju reznih elemenata i poboljšati vezu momentne poluge sa strelom.

Može se konstatovati da nova konstrukcija ne samo da neće nepovoljno uticati na ponašanje strele i bagera već rezultati sa novom konstrukcijom ukazuju na znatno poboljšanje. Izmerene frekvence vibracija ukazuju (budući da je bager nakon revitalizacije u mogućnosti da otkopava sa različitim brzinama), da bi trebalo da se izbegavaju brzine koje su nivou manjem od 70% od nominalne, jer su dominatne frekfencevibracije konstrukcije na nivou 5, 6 i 10 Hz.

LITERATURA

1. Elaborat analize naponskog stanja rekonstruisane strele rotora bagera ER 1250, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd 2013.

KORELACIJA RESURSA I REZERVI ČVRSTIH MINERALNIH SIROVINA KODIFIKOVANIH U OKVIRNOJ KLASIFIKACIJI UJEDINJENIH NACIJA I U ZAKONSKOJ REGULATIVI SRBIJE

CORRELATION OF RESOURCES AND RESERVES OF SOLID MINERAL RAW MATERIALS CODIFIED IN THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CLASSIFICATION AND IN SERBIAN LEGISLATURE

Ilić M.[1], Jelenković R.[2], Vukas R.[3], Beljić Č.[4]

Apstrakt

U ovom radu korelisani su resursi i rezerve čvrstih mineralnih sirovina kodifikovani u Okvirnoj klasifikaciji Ujedinjenih Nacija (UNFC) i u zakonskoj regulativi Srbije u oblasti geoloških istraživanja i rudarstva, kako postojećoj tako i predloženoj novoj. Na osnovu ove korelacije data je karta konverzije pomenutih resursa i rezervi. Razmotren je uticaj UNFC na predloženu novu zakonsku regulativu u Srbiji.

Ključne reči: resursi, rezerve, čvrste mineralne sirovine

Abstract

In this paper resources and reserves of solid mineral raw materials codified in the United Nations Framework Classification (UNFC) and in Serbian legislature in the field of geological exploration and mining (both current and proposed new) are correlated. On the basis of the correlation a

[1] Prof. dr Miloje Ilić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet,
[2] Prof. dr Rade Jelenković, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
[3] Radoslav Vukas, Ministarstavo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja Republike Srbije
[4] Prof. dr Čedomir Beljić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

conversion map of the resources and reserves is offered. The influence of the UNFC on the proposed new Serbian legislature is discussed.

Keywords: resources, reserves, solid mineral raw materials

1. OPŠTI OSVRT

U današnje vreme u svetu su opšteprihvaćene i u širokoj primeni dve klasifikacije resursa i rezervi čvrstih mineralnih sirovina: *Okvirna klasifikacija Ujedinjenih Nacija (United Nations Framework Classification – UNFC, 2009)* i klasifikacija iz *Međunarodnog obrasca za javno izveštvanje o rezultatima istraživanja, mineralnim resursima i mineralnim rezervama Združenog komiteta za međunarodne standarde u izveštavanju o mineralnim rezervama (International Template for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves of the Combined Mineral Reserves International Reporting Standards Committee – CRIRSCO Template, 2006)* i grupe sa njom tesno povezanih i međusobno usaglašenih klasifikacija iz kodeksa članova tzv. „CRIRSCO familije“. „CRIRSCO familiji“ inače pripadaju: za nas naročito značajan *Panevropski kodeks za izveštavanje o rezultatima istraživanja, mineralnim resursima i rezervama (Pan-European Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves – PERC Code, 2008),* a, potom, australijski *JORC Code (2004),* kanadski *CIM Definition Standards (2005), SME (2007)* iz SAD, južnoafrički *SAMREC Code (2009)* i drugi nacionalni kodeksi.

Klasifikaciju (uključujući standarde i prateća uputstva) Ujedinjenih Nacija primenjuje veliki vroj zemalja-članica UN i to na projektima ove svetske organizacije (najviše u zemljama u razvoju: u Africi, Aziji i Južnoj Americi). Za nas je poznavanje ove klasifikacije (kako njenih teorijskih osnova tako i praktične primene) važno zbog mogućnosti učešća naših preduzeća, instituta i stručnjaka u projektima Ujedinjenih Nacija iz oblasti geoloških istraživanja i rudarstva, kako u Srbiji tako i u drugim zemljama.

CRIRSCO obrazac (koji sadrži klasifikaciju, stanadarde i i prateća uputstva), kao i sa njim tesno povezan *PERC kodeks*, zbog jednostavnosti i praktičnosti, primenjuju vodeće svetske rudarske kompanije, banke i berze.

Valja napomenuti da je od nadležnih organa Ujedinjenih Nacija i CRIRSCO izvršena korelacija i harmonizacija mineralnih resursa i rezervi kodifikovanih u *UNFC* i *CRIRSCO obrascu* i data karta njihove konverzije.

Budući da se u Srbiji ne primenjuje nijedna od gore navedenih, svetski priznatih klasifikacija, nego ona iz važećeg *Pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima* (iz bivše SFR Jugoslavije, donetog 1979), koji je u mnogim aspektima zastareo i prevaziđen, mi smatramo neophodnim donošenje novog podzakonskog akta postojećeg *Zakona o rudarstvu i geološkim*

istražavanjima (2011): *Pravilnika o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji*, usaglašenog sa savremenim svetskim propisima i standardima. Naš stav po tom pitanju izložili smo u više publikovanih radova: Ilić i koautori (2009, 2011, 2012), a kao članovi tima stručnjaka sa Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu učestvovavali smo u izradi predloga takvog *Pravilnika*, dostavljenog Ministarstvu za životnu sredinu, rudarstvo i prostorno planirenje (2012).

Iako je gore pomenuti predlog *Pravilnika (2012)*, zbog naše nacionalne strategije priključenja Evropskoj Uniji, zasnovan na *PERC kodeksu (2008)* kao evropskom članu „CRIRSCO familije", u njega je ugrađeno više dobrih rešenja iz naše bogate istraživačke prakse i literature, iz *Pravilnika (1979)* i iz *Okvirne klasifikacije Ujedinjenih Nacija (UNFC 2009),* koja nisu oprečna *PERC kodeksu.*

U narednim izlaganjima sažeto ćemo prikazati osnovne elemente *UNFC (2009),* njen uticaj na predloženi novi *Pravilnik (2012),* izvršićemo korelaciju resursa i rezervi kodifikovanih u pomenutoj klasifikaciji Ujedinjenih Nacija, u postojećem *Pravilniku (1979)* i u predoženom novom *Pravilniku (2012)* i daćemo kartu njihove konverzije.

2. UNFC I ZAKONSKA REGULATIVA SRBIJE

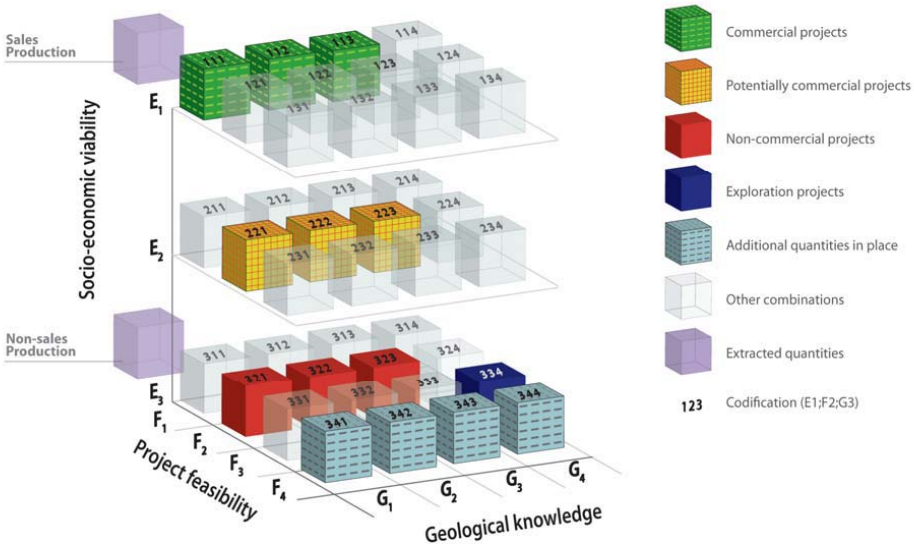
Okvirna klasifikacija ujedinjenih Nacija (UNFC) imala je dug razvojni put: prvobitna verzija je usvojena i propisana od strane ove svetske organizacije 1996. godine, potom sledi verzija iz 2004. godine, a poslednja – važeća verzija je izrađena 2009. godine. Svaka naredna verzija je imala izmene u odnosu na prethodnu, a najbrojnije je imala poslednja verzija *(UNFC, 2009)* u odnosu na prvobitnu (1996), od kojih su od posebnog značaja sledeće:

1. Formirana je jedinstvena klasifikacija za čvrste mineralne sirovine i naftu i prirodni gas;
2. Neutralni termin „količine" (eng. *quantities*) uvodi se kao preferabilan sinonim izraza „resursi i rezerve mineralnih sirovina";
3. Komercijalni termin „roba" (eng. *commodity*) se uvodi kao preferabilan sinonim termina „mineralna sirovina";
4. Tradicionalan verbalni način označavanja mineralnih resursa (izmereni, indicirani, pretpostavljeni) i rezervi (dokazane, verovatne) zamenjen je numeričkim sistemom kodifikovanja.

Izmene pod 2. i 3. posledice su usvajanja izmene pod 1: definicije i termini svojstveni čvstim mineralnim sirovinama iz prvobitne *UNFC (1996)* modifikovani su da bi se harmonizovali sa definicijama i terminima iz

klasifikacija za naftu i prirodni gas, pre svega iz vodeće klasifikacije *Petroleum Resources Management System (PRMS, 2007).*

UNFC (2009) je sistem, baziran na opštim principima, u kojem su „količine“ (odnosno rezerve i resursi mineralnih sirovina – *prim. autora*) razvrstane u kategorije na osnovu sledećih fundamentalnih kriterijuma: ekonomske i društvene efektivnosti (E), izvodljivosti i statusa terenske realizacije projekta (F) i geološke istraženosti i proučenosti (G). Ovaj klasifikacioni sistem se grafički prikazuje trodimenzionalno: u vidu troosnog dijagrama sa osama E (ekonomsko-društvena osa), F (osa izvodljivosti) i G (geološka osa). U okviru ovih osa se prikazuju i kodiraju (numeričkim kodovima) odgovarajuće kategorije i potkategorije, koje se potom mogu kombinovati na različite načine, a njihove kombinacije čine određene klase (Slika 1).



Slika 1. Shematski prikaz kategorija i klasa u UNFC (2009) - Komentar u tekstu

Osa E označava stepen povoljnosti društvenih i ekonomskih uslova pri utvrđivanju komercijalne efektivnosti projekta, uključujući tržišne cene i relevantne zakonske, regulatorne, ekološke i ugovorne uslove. U okviru ove ose izdvajaju se tri kategorije: E1 (ekonomska efektivnost eksploatacije i prodaje je dokazana), E2 (ekonomska efektivnost eksploatacije i prodaje se očekuje u doglednoj budućnosti) i E3 (ekonomska efektivnost eksploatacije i prodaje se ne očekuje u doglednoj budućnosti ili je suviše rano da se ista odredi).

Osa F označava zrelost studije i odgovarajućih angažmana potrebnih za realizaciju rudarskih planova i razvojnih projekata. U okviru ove ose izdvajaju se četiri kategorije: F1 (izvodljivost eksploatacije određenim razvojnim projektom ili rudarskom operacijom je dokazana), F2 (izvodljivost eksploatacije određenim razvojnim projektom ili rudarskom operacijom podvrgnuta je daljoj oceni), F3 (izvodljivost eksploatacije određenim razvojnim projektom ili rudarskom operacijom ne može se oceniti zbog ograničenih tehničkih podataka) i F4 (ne postoji razvojni projekat ili rudarska operacija).

Osa G označava stepen geološke proučenosti i pouzdanosti. U okviru ove ose izdvajaju se četiri kategorije: G1 (količine u poznatom ležištu koje se mogu proceniti sa visokim stepenom pouzdanosti), G2 (količine u poznatom ležištu koje se mogu proceniti sa srednjim stepenom pouzdanosti), G3 (količine u poznatom ležištu koje se mogu proceniti sa niskim stepenom pouzdanosti) i G4 (količine u potencijalnom ležištu procenjene na osnovu indirektnih podataka).

Budući da je redosled navođenja pomenutih kategorija standardan (E, F, G), onda se primenjena numerička kodifikacija – npr. klasa E2F2G1 – može pojednostaviti (bez navođenja slovnih oznaka za odgovarajuće ose, koje se podrazumevaju) – npr. 221. Potkategorije se prikazuju iza odgovarajućih kategorija, od kojih se odvajaju tačkom – npr. F2.1, odnosno 2.1.

UNFC (2009) razlikuje sledeće "količine" (odnsno rezerve i resurse mineralnih sirovina – *prim. autora*): izvađene (koje su za prodaju i koje nisu za prodaju), u istraženim ležištima (obuhvaćene komercijlnim projektima, potencijalno komercijalnim projektima i nekomercijalnim projektima), u potencijalnim ležištima (obuhvaćene istražnim projektima) i dodatne količine *in situ*.

Korelacija i karta konverzija resursa i rezervi čvrstih mineralnih sirovina kodifikovanih u univerzalnoj (za čvrste mineralne sirovine, naftu i prirodni gas) *UNFC (2009)*, važećem *Pravilniku (1979)* i predloženom novom *Pravilniku (2012)* za čvrste mineralne sirovine, prikazani su na Slici 2.

U predlogu novog *Pravilnika (2012)*, kao podzakonkog akta važećeg *Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, 2011* (u pripremi je novi Zakon o geološkim istaživanjima i rudarstvu), prihvaćeno je više dobrih rešenja iz *UNFC*, kao što su: postupnost u izvođenju geoloških istraživanja ležišta mineralnih sirovina (po sukcesivnim stadijumima), mogućnost simultanog rezmatranja dobijenih rezultata i njihove ocene (po pomenuta tri fundamentalna kriterijuma: geološkom, ekonomsko-društvenom i izvodljivosti projekta). Neka dobra rešenja sadržana su i u važećem *Pravilniku (1979)*, te su zadržana u predlogu novog *Pravilnika (2012)*.

Predloženi novi Pravilnik za čvrste mineralne sirovine (2012)	Rezultati osnovnih geoloških istraživanja	Mineralni resursi			Rezerve	
		Pretpstavljeni	Indicirani	Izmereni	Verovatne	Dokazane
Važeći Pravilnik za čvrste mineralne sirovine (1979)	R e z e r v e					
	Potencijalne D_2 i D_1 kategorije	Potencijalne C_2 kategorije	Utvrđene vanbilasne i bilansne geološke (*in situ*)		Eksploatacione	
			C_1 kategorije	B i A kategorije	C_1 kategorije	B i A kategorije
UNFC (2009)	R e s u r s i				Rezerve	
	334	223	222	221	112	111

Slika 2. Korelacija i karta konverzija resursa i rezervi čvrstih mineralnih sirovina kodifikovanih u UNFC (2009), važećem Pravilniku (1979) i predloženom novom Pravilniku (2012)

3. ZAKLJUČAK

Iako je predloženi novi *Pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji (2012),* kao podzakonski akt *Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima (2011)*, baziran na *Panevropskom kodeksu za izveštavanje o rezultatima istraživanja, mineralnim resursima i rezervama (PERC Code, 2008)*, na njega je značajan uticaj imala i *Okvirna klasifikacija Ujedinjenih Nacija (UNFC, 2009)*, iz koje je prihvaćeno više dobrih rešenja, neobuhvaćenih pomenutim *Panevropskim kodeksom*, ali sa njim u saglasnosti. Imajući u vidu globalni značaj *UNFC*, izvršili smo korelaciju resursa i rezervi čvrstih mineralnih sirovina kodifikovanih u *UNFC (2009)*, u važećem *Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima (1979)* i u predloženom novom *Pravilniku o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji (2012)* i dali smo kartu njihove konverzije.

LITERATURA

1. Ilić M., (2003), Metode istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina.– Rudarsko- geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 250 str.
2. Ilić M., Pavlović V., Vukas R., Beljić Č., (2009), Uporedna analiza naše i svetskih klasifikacija mineralnih rezervi i resursa i predlog za inoviranje i usklađivanje naše klasifikacije.– Radovi VIII Međunrodne konferencije Nemetali 2009, str. 56 – 67, Banja Vrujci.
3. Ilić M., Jelenković R., Simić V., Vukas R., Sajić D., (2011), Predlog klasifikacije mineralnih resursa i rezervi u sklopu nove zakonske regulative iz oblasti geoloških istraživanja i rudarstva u Srbiji.– Radovi Međunarodnog savetovanja „Programi strategije upravljanja mineralnim resursima Srbije“, str. 240-254, Zlatibor.
4. Ilić M., Jelenković R., Beljić Č., (2012), Generalni osvrt na pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji.– Radovi X Međunarodne konferencije o površinskoj eksploataciji, str. 79-96, Zlatibor.
5. Vukas R., (2009), Približavanje podataka o rezevama čvrstih mineralnih sirovina Republike Srbije međunarodnim standardima.– TEHNIKA, Savez Inženjera i Tehničara Srbije, Rudarstvo, geologija i metalurgija, Knjiga 5, str. 6-14.
6. Vukas R., (2010),Geološki resursi metala i bilansne rezerve Republike Srbije, u okvirnoj relaciji: *Exploration results → Mineral Resources ↔ Ore Reserves* iz međunarodnih standarda, sa ciljem opšteg prepoznavanja.– MISKO MMX, Mineralno-sirovinski kompleks Srbije:izazovi i raskršća; Monografija, str. 105 -120, Beograd.
7. Australian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC Code), 2004.
8. CIM Definition Standards, 2005 (Canada) – NI 43-101, 2005 (National Instrument, Canada).
9. Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO): International Reporting Template for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves, 2006.
10. Ministerstvo Prirodnyh Resursov Rossijskoj Federacii, (2006), Klassifikacija zapasov i prognoznyh resursov tverdyh poleznyh iskopaemyh.
11. Pan-European Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves (The PERC Reporting Code), 2008.

12. Petroleum Resources Management System – PRMS (SPE/AAPG/WPC/SPEE/SEG); 2007.
13. South African Code for Reporting of Mineral Resources and Mineral Reserves (The SAMREC Code), 2009.
14. The SME Guide for Reporting Exploration Results, Mineral Resources, and Mineral Reserves, USA, 2007.
15. United Nations International Classification for Reserves/Resources – Solid Fuels and Mineral Commodities, 1996.
16. United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Resources, 2004.
17. United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources, 2009.
18. Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidenciije o njima.– Službeni list SFR Jugoslavije broj 15/1979.
19. Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja.– Službeni glasnik Republike Srbije broj 51/1996.
20. Pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istaživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji.– Nacrt sačinjen od strane stručnog tima Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, predat Ministarstvu za životnu sredinu, rudarstvo i prostorno planiranje 2012.
21. Pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istaživanja, resursima i rezervama nafte, kondenzata i prirodnih gasova i njihvoj klasifikaciji.– Podloga za pravilnik sačinjena od strane stručnog tima Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, predata Ministarstvu za životnu sredinu, rudarstvo i prostorno planiranje 2013.
22. Zakon o rudarstvu i geološkim istaraživanjima Republike Srbije.– Službeni glasnik Republike Srbije, br. 88/2011.

IDENTIFIKACIJA I PRIPREMA PROJEKATA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE UGLJA

IDENTIFICATION AND PREPARATION OF ENERGY EFFICIENCY PROJECTS FOR SURFACE COAL MINING SYSTEMS

Ivković M.[1], Horvat G.[2]

Apstrakt

Identifikacija projekata energetske efikasnosti započinje aktivnošću detaljne analize proizvodnog sistema, na bazi koje se utvrđuje, za svaki konkretan slučaj, da li zaista postoji i koliki je potencijal za uštede energije kao i koje mere energetske efikasnosti je moguće preduzeti. Energetska efikasnost procesa površinske eksploatacije uglja u kostolačkom basenu je veoma značajna sa aspekta smanjenja ukupnog uticaja sektora energetike na životnu sredinu kao i povoljnog uticaja na efektivnost proizvodnih procesa, odnosno smanjenje troškova proizvodnje uglja.

Ključne reči: energetska efikasnost, sistemi površinske eksploatacije, efektivnost, troškovi

Abstract

Identification of energy efficiency projects begins by activity of the production system detailed analysis, based on which is determined, for the each individual case, whether there really is, and what is the potential for energy savings, as well which measures of energy efficiency is possible to be taken. The energy efficiency of the surface mining process in Kostolac basin is very important in terms of reducing the overall impact of the energy sector on the environment as well a favourable impact on the production processes efficiency, that is, reducing of the cost for coal production.

Keywords: energy efficiency, surface mining systems, effectiveness, costs

[1] Ivković Miroslav, JP Elektroprivreda Srbije,TE KO Kostolac, Kostolac
[2] Horvat Goran, JP Elektroprivreda Srbije,TE KO Kostolac, Kostolac

1. UVOD

Identifikacija, priprema i realizacija projekata energetske efikasnosti su osnovne grupe aktivnosti u okviru sistema energetskog menadžmenta, koje se vrše radi ostvarenja energetske politike površinskog kopa. Ona treba da bude usklađena i sa ukupnom državnom energetskom politikom jer je, zakonom o energetici, energetska efikasnost, kako na strani proizvodnje energije, tako i na strani potrošnje finalne energije, prepoznata je kao jedan od ključnih ciljeva energetske politike zemlje. U skladu sa promovisanim ciljevima energetske politike Srbije i strateškim razvojnim dokumentima, kako energetike tako i ukupno privrede, definisani su i državni razvojni prioriteti, među koje spada i povećanje energetske efikasnosti u proizvodnji i korišćenju energije.

Energetska efikasnost procesa površinske eksploatacije uglja u kostolačkom basenu je veoma značajna sa aspekta smanjenja ukupnog uticaja sektora energetike na životnu sredinu kao i povoljnog uticaja na efektivnost proizvodnih procesa, odnosno smanjenje troškova proizvodnje uglja. Obzirom na ukupnu potrošnju energije na površinskim kopovima uglja, ne treba zanemariti ni značajan uticaj energetske efikasnosti površinske eksploatacije na racionalno korišćenje neobnovljivih resursa uglja.

2. IDENTIFIKACIJA PROJEKATA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE

Energetski menadžment na površinskom kopu uglja podrazumeva upravljanje energetskom efikasnošću tehničko-tehnoloških sistema u celom procesnom nizu proizvodnje. Iz ovog jasno sledi da je energetski menadžment usmeren na svu opremu i sve objekte koji su angažovani za proizvodnju i preradu uglja a za svoj rad troše bilo koji vid energije. Osnovni ciljevi energetskog menadžmenta su da stvori i u kontinuitetu održava preduslove za eneregtski efikasnu proizvodnju. Energetski efikasna proizvodnja podrazumeva smanjenje potrošnje energije i troškova za energiju uz zadržavanje ili poboljšanje proizvodnih perfomanski opreme i objekata u sistemu površinske eksploatacije uglja i realizuje se kroz projekte energetske efikasnosti. Ciljevi energetskog menadžmenta mogu se ostvariti primenom jedne ili više mera energetske efikasnosti, odnosno različitih *tehničkih, tehnoloških, organizacionih i upravljačkih* rešenja koja za posledicu imaju smanjenje potrošnje energije po jedinici proizvoda. Mere energetske efikasnosti mogu biti veoma različite, kako po sadržaju i obimu, tako i po složenosti, što suštinski utiče na sam projekat energetske efikasnosti, odnosno određuje njegov obim, potrebnu tehničku pripremu, trajanje, organizacionu strukturu, način upravljanja, vrednost i način finansiranja. Međutim, i pored velike raznovrsnosti projekata energetske

efikasnosti sistema površinske eksploatacije, moguće je koncipirati relativno unificiranu metodologiju za njihovu identifikaciju i pripremu.

2.1. Identifikacija projekata energetske efikasnosti sistema površinske eksploatacije

Identifikacija projekata energetske efikasnosti započinje aktivnošću detaljne analize sistema površinske eksploatacije na bazi koje se utvrđuje, za svaki konkretan slučaj, da li zaista postoji i koliki je potencijal za uštede energije kao i koje mere energetske efikasnosti je moguće preduzeti.

Konkretno, identifikacija projekta energetske efikasnosti obuhvata:

- Izradu energetskog bilansa i mera za energetsku efikasnost za proizvodni sistem;
- Sagledavanje potreba i interesa u vezi sa potrošnjom i troškovima za energiju;
- Utvrđivanje relevantnosti i preliminarnu procenu opravdanosti predloženih mera;
- Preliminarnu ocenu ostalih efekata projekta;
- Identifikaciju mogućih izvora finansiranja projekta.

Nakon sprovedene identifikacije, donosi se odluka o pokretanju detaljnog postupka planiranja i izrade projekta.

2.1.1 Energetski bilans sistema površinske eksploatacije

Osnova za identifikaciju i pripremu projekata energetske efikasnosti sistema površinske eksploatacije je izrada energetskog bilansa ili energetskog audita, pojedinačno svakog elementa sistema bilo da se radi o kontinualnoj ili diskontinualnoj opremi, opremi objekata odvodnjavanja, procesu održavanja ili opremi prerade. Izrada energetskog bilansa podrazumeva prikupljanje, snimanje i analizu podataka o potrošnji energije u elementima sistema ili sistemu u celini kako bi se utvrdila efikasnost korišćenja energije. Na osnovu energetskog bilansa moguće je proceniti ili utvrditi:

- Ukupnu potrošnju energije u nekom sistemu ili elementu sistema;
- Strukturu potrošnje energije;
- Gubitke energije u procesu ili uzroke neefikasnosti potrošnje energije;
- Efikasnost korišćenja energije putem indikatora energetske efikasnosti;
- Troškove za energiju;
- Tehnički, tehnološki i organizaciono izvodljive i finansijski opravdane mere za uštedu energije.

Nivo detaljnosti energetskog bilansa može biti različit, pa se energetski bilansi dele na preliminarne i detaljne. Shodno tome razlikuju se i njihovi rezultati. Na osnovu preliminarnog energetskog bilansa dobijaju se samo procene relevantnih parametara a na osnovu detaljnog energetskog bilansa dobijaju se rezultati sa visokim stepenom tačnosti na osnovu kojih je moguće vršiti detaljno planiranje projekta i investicije za projekat. Vreme i trošak izrade energetskog bilansa zavise od nivoa njegove detaljnosti. Izrada i preliminarnog i detaljnog energetskog bilansa vrši se u fazi identifikacije projekta, a razrada rezultata bilansa vrši se u fazi pripreme projekta. Metodologija izrade energetskog bilansa, i preliminarnog i detaljnog, razlikuje se za različite sisteme površinske eksploatacije. Iako je suština samog bilansa uvek ista, fokus energetske analize i način izražavanja rezultata bilansa (indikatora energetske efikasnosti) je različit u zavisnosti od sistema za koji se radi. Indikatori predstavljaju specifične energetske pokazatelje koji se koriste za ocenu energetske efikasnosti nekog procesa energetske transformacije. Indikatori izračunati nakon izrade energetskih bilansa porede se sa uobičajenim ili standardnim vrednostima za konkretan proces ili deo procesa, na osnovu čega može da se zaključi da li postoje potencijali za uštedu energije. Indikatori energetske efikasnosti su agregatne veličine koje mogu biti manje ili više složene, u zavisnosti od toga koliko i kakvih parametara objedinjavaju. Pri izradi energetskih bilansa sistema površinske eksploatacije koriste se dve kategorije indikatora:

- Indikatori koji u osnovi predstavljaju stepene korisnosti određenih procesa transformacije energije;
- Indikatori u kojima se energetski ulazi u proces predstavljaju jedinicama za energiju, ali se izlazi iz procesa predstavljaju različitim, odgovarajućim fizičkim veličinama (potrošnja električne energije u kWh po m^3 otkopane otkrivke, potrošnja električne energije u kWh po t otkopanog uglja, potrošnja električne energije u kWh po m^3 ispumpane vode, potrošnja dizel goriva u l po m^3 ili t prevezenog materijala i tako dalje).

Energetska efikasnost sistema površinske eksploatacije iskazuje se u odnosu na materijalni izlaz iz svakog pojedinačnog dela ili procesa sistema kao i ukupno celog sistema.

Treba imati u vidu da su sistemi površinske eksploatacije sa pripadajućom opremom i objektima veoma različiti, što uslovljava i način izrade preliminarnih energetskih bilansa. Bez obzira na složenost samih sistema, upitnik za konkretan sistem, koji se definiše za svaki sistem posebno, predstavlja polaznu osnovu za izradu preliminarnog energetskog bilansa. Izrada preliminarnog energetskog bilansa za svaki sistem podrazumeva:

- Analizu sistema, procesa i procesnih aktivnosti na površinskom kopu;
- Analizu postojećih podataka o identifikovanim sistemima, procesima i procesnim aktivnostima i identifikovanje nedostajućih podatka (utošci, održavanje, ponašanje sistema u radu i sl.);
- Snimanje rada sistema ili njegovih delova i identifikacija, beleženje i snimanje problema u radu;
- In situ merenja radi provere pojedinih veličina koje su relevantne za kasniji predlog mera;
  Aanalizu dobijenih i prikupljenih podataka o potrošnji po vrstama energije i po sistemima;
- Dopunjavanje nedostajućih i provera nekonzistentnih podataka;
- Pripremu izveštaja o preliminarnom energetskom bilansu.

Sadržaj izveštaja čine:

- Kratak rezime sa zaključkom u vidu predloga mera energetske efikasnosti;
- Osnovni podaci o sistemu i delovima sistema površinske eksploatacije;
- Podaci o sistemu i deovima sistema površinske eksploatacije koji su relevantni za potrošnju energije;
- Podaci o potrošnji energije kao i o troškovima za energiju;
- Spisak i opis identifikovanih problema u vezi sa stanjem objekta, potrošnjom energije i troškovima za energiju;
- Predlog mera energetske efikasnosti.

Najvažniji rezultat preliminarnog energetskog bilansa je predlog mera za uštedu energije. U zavisnosti od kompleksnosti i veličine investicija potrebnih za realizaciju, predložene mere energetske efikasnosti mogu se svrstati u tri kategorije: niskobudžetne, srednjebudžetne i visokobudžetne mere.

Niskobudžetne mere i mere domaćinskog upravljanja su mere, za koje nisu potrebne ili su potrebne male investicije. U toku uvođenja ovih mera nema ometanja ili prekida rada sistema ili delova sistema površinske eksploatacije. Ove mere najčešće podrazumevaju mere tekućeg održavanja i promenu ponašanja zaposlenih na sistemu u smislu poštovanja tehnoloških procedura sistema i rukovanja opremom koja čini sistem radi ostvarenja uštede energije. Nosioci primene ovakvih mera su lica odgovorna za sistem koja treba da uvedu i promovišu promene ponašanja, kao i da utiču na motivisanost i svest zaposlenih o značaju i koristima od štednje energije.

Srednjebudžetne mere energetske efikasnosti su sve mere koje podrazumevaju određene investicije, a u toku uvođenja mera kratkotrajno se

ometa ili prekida rad sistema. Ove mere najčešće podrazumevaju mere ulaganja u novu opremu (npr. upravljačka ili merno-regulaciona oprema) radi optimizacije funkcionisanja pojedinih podsistema ili sistema površinske eksploatacije u celini.

Visokobudžetne mere energetske efikasnosti su one koje podrazumevaju velika investiciona ulaganja u promenu proizvodne tehnologije sistema, rekonstrukciju, zamenu ili modernizaciju opreme radi postizanja ušteda energije i podizanja kvaliteta rada sistema za površinsku eksploataciju.

Pobrojane mere se među sobom razlikuju prema obimu i složenosti, što za sobom povlači drugačije zahteve u vezi sa tehničkom dokumentacijom, potrebnim uslovima za izvođenje radova, stručnim nadzorom radova, tehničkim pregledom i tako dalje.

Generalno, na osnovu preliminarnog energetskog bilansa moguće je doneti odluke o primeni niskobudžetnih mera ili mera domaćinskog poslovanja kao i nekih srednjebudžetnih mera. Za realizaciju takvih mera najčešće nije potrebna priprema posebne tehničke dokumentacije.

Za donošenje odluke o primeni srednjebudžetnih i visokobudžetnih mera neophodno je sprovesti detaljnu tehničku analizu, odnosno izraditi detaljni energetski bilans dela ili celog analiziranog sistema površinske eksploatacije. Ovaj postupak obavezno podrazumeva angažovanje stručnog osoblja specijalizovanog za konkretne tehničke sisteme i procese. Trošak i trajanje izrade detaljnog energetskog bilansa direktno zavisi od njegovog obima, odnosno broja obuhvaćenih sistema i zahtevanog nivoa detaljnosti. Ovaj postupak se nadovezuje na preiliminarni energetski bilans, tako da se svi prethodno prikupljeni podaci koriste pri planiranju aktivnosti u okviru izrade detaljnog energetskog bilansa.

Izrada detaljnog energetskog bilansa podrazumeva sledeće aktivnosti:

- Planiranje izrade detaljnog energetskog bilansa;
  - Analiza postojećih podataka iz preliminarnog energetskog bilansa;
  - Definisanje sistema i delova sistema koji će biti obuhvaćeni detaljnim energetskim bilansom;
  - Pripremanje detaljnih upitnika u koje će se unositi relevantni podaci o sistemima koji će biti analizirani;
- Priprema preliminarnog vremenskog plana realizacije;
- Prikupljanje i analiza relevantne tehničke dokumentacije sistema;
- Analiza procedura i procesa u sistemu, tokova materijala i energije i merenja koja se vrše u sistemu;
- Definisanje plana merenja;

- Analiza kvaliteta izmerenih ili prikupljenih podataka:
  - po tipu korišćene energije;
  - po sistemu, odnosno delu sistema, procesu ili procesnoj aktivnosti;
  - po glavnim elementima procesne opreme;
  - po načinu krajnjeg korišćenja energije (npr. električna energija za otkopavanje, transport, preradu, osvetljenje, toplota za procese, toplota za grejanje, dizel gorivo za transport, pomoće radove i dr.);
- Ocena nalaza, izrada predloga mera, proračun mogućih ušteda nakon primene predloženih mera i eventualna priprema akcionog plana;
- Izrada izveštaja o detaljnom energetskom bilansu.

Izloženi postupak identifikacije i pripreme projekata energetske efikasnosti prilagođen je za površinske kopove uglja sa kontinualnim sistemima eksploatacije i to na bazi analize površinskog kopa uglja Drmno u kostolačkom basenu. Sam postupak daje širok okvir i dobru polaznu osnovu za energetske uštede.

3. ZAKLJUČAK

Energetska efikasnost, održivi razvoj, zagađenje, očuvanje životne sredine, globalno zagrevanje, upravljanje energetskim tokovima (energy management) samo su neki od termina koji se svakodnevno čuju sa različitih strana. Problem efikasnog korišćenja energije nameće se kao vodeće pitanje, ne samo zbog stalnog rasta eksploatacije neobnovljivih fosilnih energetskih resursa, već i zbog loših uticaja na životnu sredinu. Povećanje potrošnje energije koje za sobom povlači i povećanje emisije gasova ali i ostale vidove zagađenja, preti da ozbiljno naruši životnu sredinu. Ovaj problem je u svetu prepoznat i danas su u cilju njegovog rešavanja angažovani ogromni materijalni i ljudski resursi.

Izloženi postupak identifikacije i pripreme projekata energetske efikasnosti na površinskim kopovima uglja, rađen je na bazi prethodne analize sprovedene na površinskom kopu Drmno, iz koje proizilazi da pažnju energetske efikasnosti pre svega treba usmeriti ka električnoj energiji koja je dominantan energent zbog primenjene tehnologije eksploatacije i instalisane osnovne opreme. Takođe, kada je reč o ovom površinskom kopu značajno je istaći da su pored kontinualnih sistema za proizvodnju uglja i otkopavanje otkrivke i jalovine sa pratećim elementima za transport, odlaganje i deponovanje, značajni potrošači električne energije i sistem i objekti odvodnjavanja kao i sistem za pripremu i preradu uglja.

Prethodnom analizom je utvrđeno da se uštede u potrošnji energenata mogu ostvariti na različite načine i na različitim mestima ali se najveći efekti mogu

očekivati na regulaciji elektropogona, automatizaciji i regulaciji procesa i svakao u boljoj organizaciji i upravljanju posebo tehnološkim procesima.

Značajan zaključak prethodne analize je da se energetska efikasnost može ostvariti samo angažovanjem manje količine energije za ostvarenje istog ili većeg proizvodnog kapaciteta. Ona se nikako ne sme posmatrati kao štednja energije jer štednja uvek podrazumeva neku vrstu odricanja.

Takođe, jedan od značajnijih zaključaka analize je i da energetska efikasnost, obzirom na mogućnosti koje pruža u optimizovanju troškova, treba obavezno da bude sastavni deo razvojnih smernica u površinskoj eksploataciji uglja, kako kada je reč o postojećim površinskim kopovima tako i kada je reč o novim površinskim kopovima.

LITERATURA

1. Bateson, R. N., (2002), Introduction to Control Systems Technology, Prentice Hall, Upper Saddle River, New York
2. Ekonomski aspekti energetske efikasnosti, Energija, Schneider Electric, No. 4, 1. kvartal 2004
3. CIPEC, (2005), Benchmarking the Energy Consumption of Canadian, Open Pit Mines, Canadian Industry Program for Energy Conservation, Natural Resources Canada
4. ISO/FDIS 50001:2011(E). Energy Management Systems, ISO Organization, Genva
5. Ivković M., Stević D., (2012), Energetska efikasnost kontinualnih sistema površinske eksploatacije, OMC 2012, Zlatibor

PROCESNI MODEL UPRAVLJANJA PROJEKTOM OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA RADLJEVO DO POSTIZANJA PROJEKTOVANOG KAPACITETA

PROJECT MANAGEMENT PROCESS MODEL FOR OPENING AND DEVELOPMENT BY THE OPENCAST MINE RADLJEVO UNTIL THE DESIGN CAPACITY

Ivoš V.[1]

Apstrakt

Izbor optimalne varijante otvaranja i razvoja površinskog kopa uglja baziran je na organizovanim, sistematizovanim i temeljnim istraživanjima različitih prirodnih, tehničkih i ekonomskih determinanti rudarskog projekta. Ovo jeste neophodan ali nije i dovoljan uslov za uspešnu realizaciju rudarskog projekta. Rudarski kapitalni projekti, kakvi su po pravilu otvaranje novih površinskih kopova, su veoma složeni zbog uticaja niza internih i eksternih tehničkih, tehnoloških, ekonomskih i prirodnih faktora i ograničenja koja proizilaze kako iz prirodnih uslova ležišta tako i iz društveno - ekonomskog okruženja. Okruženje projekta otvaranja površinskog kopa uglja Radljevo, je vrlo kompleksno i obuhvata niz determinističkih i stohastičkih procesa. Kako bi se efikasno i efektivno upravljalo projektom, neophodno je sintetizovati velik broj znanja, alata i tehnika u razvoju plana upravljanja projektom, što obezbeđuje dobar projektni menadžment koji omogućava ostvarenje boljih projektnih rezultata

Ključne reči: upravljanje projektom, rudarski projekat, optimalna varijanta, okruženje projekta

[1] Ivoš Vladimir, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd

Abstract

Selection of the optimal variant for opening and development of the opencast mine is based on the organized, systematized and fundamental research of different natural, technical and economic mining project determinants. This is necessary but not sufficient condition for successful implementation of the mining projects. Mining capital projects, such as are the opening of new opencast mines, are very complex due to the influence of a number of internal and external technical, technological, economic and natural factors and the limitations resulting from the natural deposit conditions as well as from the socio - economic environment. Environment of the project for the opening of the opencast coal mine Radljevo is very complex and involves a series of deterministic and stochastic processes. In order to manage efficiently and effectively the project, it is necessary to synthesize a large number of skills, tools and techniques in the project management development plan, which is ensured by a good project management, achieving a better project results.

Keywords: project management, mining project, optimal variant, environment of the project

1. UVOD

Po pravilu, rudaske kompanije investiranjem u kapitalne rudarske projekte realizuju ranije definisane ciljeve rasta, razvojne politike i poslovne strategije. Investicioni projekti u rudarstvu su kapitalni jer troše velika finansijska sredstva, značajne resurse i dugotrajni su. Investiranje u ovakve projekte kompanija preduzima da bi se afirmisala u novom poslovnom okruženju, prilagodila anticipovanim promenama i prevazišla hendikepe trenutne pozicije. Rudarske kompanije kapitalnim projektima prilagođavaju svoje proizvodne mogućnosti sa šansama koje pruža tržište. Sve ovo govori da su investicije u kapitalne projekte uslov egzistencije, održivog rasta i sticanja konkurentskih prednosti rudarske kompanije.

Međutim, investiranje u kapitalne rudarske projekte predstavlja vrlo složen proces sastavljen od višedimenzionalnih aktivnosti ispitivanja svih relevantnih determinanti budućih stanja i promena koje projekat nosi sa sobom. Imajući u vidu da se projekti otvaranja novih površinskih kopova uglja povezuju sa strateškim ciljevima razvoja EPS, prilikom realizacije ovakvih projekata moraju se uvažavati svi interni i eksterni faktori razvoja kao i niz ograničenja koja proizilaze iz društveno-ekonomskog okruženja.

Sam izbor optimalne varijante otvaranja i razvoja površinskog kopa uglja baziran je na organizovanim, sistematizovanim i temeljnim istraživanjima različitih prirodnih, tehničkih i ekonomskih determinanti rudarskog projekta. Ovo jeste neophodan ali nije i dovoljan uslov za uspešnu realizaciju samog

rudarskog projekta. Kvalitetni investicioni projekti mogu se uspešno implementirati samo ako se u procesu realizacije projektom upravlja a sam proces projektno organizuje, odnosno korišćenjem metodologije upravljanja projektima. Upotreba metodologije upravljanja projektima jeste poslovna strategija koja omogućava maksimalno povećanje vrednosti projekta po organizaciju (Charvat, 2003).

Ovakav pristup predstavlja najbolju svetsku praksu jer je usled sve kompleksnijih, međusobno uzročno-posledično povezanih, turbulentnih promena kako na globalnom, tako i lokalnom tržištu, sve veći broj kompanija i preduzeća prinuđeno da uvodi sve više fleksibilnosti u svoje svakodnevno poslovanje, u cilju očuvanja i ekspanzije svojih tržišnih pozicija, pa samim tim i materijalnih dobiti koje te pozicije sa sobom nose.

2. ANALIZA PROJEKTA EKSPLOATACIJE POVRŠINSKOG KOPA RADLJEVO

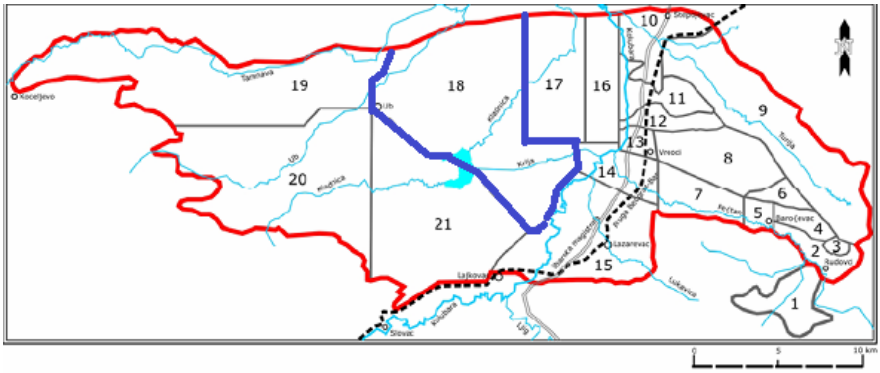
U strateškim i razvojnim planovima Elektroprivrede Srbije predviđena je izgradnja novih termokapaciteta što zahteva obezbeđenje i novih količina uglja. U prethodnoj studiji opravdanosti: Studija izbora ograničenja i otvaranja površinskih kopova Južno Polje i Radljevo sa komparativnim prikazom tehno-ekonomskih aspekata eksploatacije uglja za izbor prioritetnog snabdevača ugljem TE-TO Kolubara B (Vattenfall - RGF, 2008.), je zaključeno da površinski kop Radljevo sa 13 miliona t godišnje proizvodnje ima prioritet za dalji razvoj novih kapaciteta na eksploataciji, zbog ekonomske prednosti u odnosu na Južno Polje, koje je razmatrano kao alternativa za isporuku uglja.

Obzirom na zaključke Prethodne Studije opravdanosti, za površinski kop Radljevo izrađena je Studija ekonomske opravdanosti sa Idejnim projektom eksploatacije površinskog kopa Radljevo gde su determinisani su geološki, hidrogeološki, tehnološki, ekološki i ekonomski parametri eksploatacije uglja.

Ovim dokumentima predviđeno je da se ugalj i otkrivka otkopavaju kontinualnim sistemima sa velikim rotornim bagerima. Ukupne količine koje će se sa površinskog kopa Radljevo otkopati iznose 1.768.800.000 miliona čvrstih kubnih metara, od kojih je 1.385.000.000 čvrstih kubnih metara otkrivke koja se sastoji od jalovine, međuslojne jalovine i međuproslojaka i 449 miliona tona regularnog i niskokvalitetnog uglja. Na Slici 1 prikazana je pregledna karta kolubarskog basena uglja i pozicija ležišta Radljevo.

Proizvodni godišnji kapacitet površinskog kopa Radljevo je projektovan na 13 miliona t regularnog uglja. Prema Projektnom zadatku godišnji kapacitet kopa će u prvoj fazi biti ograničen na 7 miliona t. Prema Studiji ekonomske opravdanosti, otvaranje površinskog kopa počinje u 2014. godini, a

proizvodnja uglja u drugoj godini (2015.) iznosi oko 3 miliona t. Proizvodni kapacitet od 7 miliona treba da bude ostvaren u 2016. godini. Druga etapa sa projektovanim proizvodnim godišnjim kapacitetom uglja od 13 miliona t će se ostvariti u 2020. godini. Otvaranje površinskog kopa počinje duž zapadne granice kopa Tamnava-Zapadno Polje. Površinski kop se u prvoj fazi eksploatacije razvija paralelno prema zapadu, a zatim u nastavku radijalno. Ovakav razvoj površinskog kopa obezbeđuje dugoročno stabilne uslove rada sistema razdelnih uređaja, a početno paralelno otvaranje površinskog kopa omogućava i postepeno preseljavanje delova sela Radljevo.



Slika 1. Pregledna karta kolubarskog basena uglja
1. Polje Kruševica, 2. Polje Rudovci, 3. Polje A, 4. Polje B, 5. Polje C, 6. Polje Baroševac, 7. Polje E, 8. Polje D, 9. Polje Turija, 10. Polje Stepojevac, 11. Polje Veliki Crljeni, 12. Polje Volujak-Vreoci, 13. Polje G, 14. Polje F, 15. Polje Šopić-Lazarevac, 16. Polje Tamnava-Istok, 17. Polje Tamnava-Zapad, ***18. Polje Radljevo****, 19. Polje Trlić, 20. Polje Zvizdar, 21. Polje Ruklade*

Jalovina i međuslojni materijal će se odlagati u početnom periodu na dva spoljašnja odlagališta, prvo na unutrašnjem odlagalištu kopa Tamnava-Istočno Polje, a potom na unutrašnjem severnom odlagalištu kopa Tanmava-Zapadno Polje. Od 2020/21. godine pa na dalje, sav materijal će se odlagati na unutrašnje odlagalište površinskog kopa Radljevo.

Za otkopavanje otkrivke će se koristiti dva rotorna bagera časovnog kapaciteta 6800 m^3 sa sistemom etažnih transportera sa trakom širine 2 m. Otkopavanje uglja i međuslojne jalovine je planirano da se obavlja sa najviše pet rotornih bagera časovnog kapaciteta 4500 m^3 sa zasebnim transporetrima sa trakom širine 1,6 m. Do 2020. godine u radu će biti dva rotorna bagera kapaciteta od 4500 m^3/h na prvoj i drugoj etaži na uglju, od 2020. godine pa nadalje tri jedinice, od 2029. četiri, a od 2031. godine pet bagerskih jedinica.

Analizirani su i zahtevi za selektivnim otkopavanjem. Proračun kapaciteta rotornih bagera na uglju je izvršen za različite blokove i uslove na čelu

radilišta kod selektivnog otkopavanja. Rezultati su bili primenjeni kod dimenzionisanja opreme smanjenjem koeficienta iskorišćenja opreme i povećanjem rezerve u kapacitetu.

Za hidrogeološke uslove su sprovedena detaljna istraživanja i projektovan je sistem za odvodnjavanje. Glavna metoda kod odvodnjavanja je korišćenje drenažnih bunara sa potapajućim pumpama.

Indentifikovana je i preliminarno projektovana potrebna infrastruktura objekata na površinskom kopu. Najvažnija stavka se odnosi na uspostavljanje rada deponije uglja, drobilice za ugalj i izgradnju svih objekata za upravljanje i utovar lignita.

Uticaj planiranih rudarskih aktivnosti na životnu sredinu je analiziran i planirane su mere smanjenja. Posebna pažnja je posvećena pitanju raseljavanja ljudi i javne infrastrukture.

Mere i troškovi za preseljavanje su procenjeni na osnovu novog zakona u Srbiji i na osnovu tržišne cene objekata. Ukupne investicije za raseljavanje ljudi i javne infrastrukture su 170 miliona evra tokom životnog veka ovog projekta, od čega 85 miliona evra do 2020. godine.

Na novom površinskom kopu Radljevo će se direktno angažovati do 1.800 zaposlenih, što ima pozitivan uticaj na situaciju zapošljavanja u regionu.

Kao rezultat idejnog projektovanja površinskog kopa identifikovane su i navedene neophodne investicije po godinama. Ukupni investicioni troškovi za osnovnu i pomoćnu opremu koja će se nabavljati do 2020. godine i ostvaranje punog proizvodnog kapaciteta su oko 360 miliona evra. Investicioni troškovi za infrastrukturu i postrojenja za isti period procenjeni su na oko 127 miliona evra. Ukupni investicioni troškovi do 2019. godine procenjeni su na 487 miliona evra.

Što se tiče realizacije ovog projekta nesporno je da je veliki izazov u pogledu ispunjenja kratkog termin plana.

Iz ove analize uočljiva je sva složenost i multidisciplinarnost projekta Radljevo, koja se kreće od nastavka intenzivnih geoloških, hidrogeoloških, geomehaničkih, rudarsko tehnoloških, ekoloških i drugih istraživanja, izrade studijske i tehničke dokumentacije iz oblasti geologije, rudarstva, mašinstva, elektrotehnike, građevinarstva, IT tehnologija, eksproprijacije, nabavke različitih vrsta usluga i osnovne i pomoćne opreme na kopu pa do izvođenja radova na otvaranju i razvoju površinskog kopa. Bez obzira na kašnjenje u odnosu na termin plan realizacije projekta, činjenica je da je Studijom ekonomske opravdanosti vreme otvaranja i razvoja površinskog kopa do postizanja punog kapaciteta ograničeno na sedam godina i da je predviđeni budžet za projekat u ovom periodu 487 miliona evra.

3. MODEL UPRAVLJANJA PROJEKTOM OTVARANJA I RAZVOJA POVRŠINSKOG KOPA RADLJEVO

Upravljanje projektima karakteriše strateški pristup, naročito u pogledu rukovodioca projekta koji preuzima ključnu ulogu kao sistem integrator, koji integriše sve neophodne procese i znanja u cilju uspešnog upravljanja projektima i dolaska do finalnog rezultata projekata. Takođe, veoma značajnu ulogu ima integracija modernih komunikacionih i informacionih tehnologija. Zahvaljujući ovim tehnologijama upravljanje projektima dobija dimenziju distribuiranosti, lakše koordinacije i komunikacije između projektnih timova, distanciranih lokacija, interesnih strana i svih relevantnih činilaca u okvirima projekata. Razvoj informacionih tehnologija omogućuje razvoj moćnih alata koji umnogome omogućuju efikasnije i efektivnije upravljanje projektima velikih razmera kakvi su rudarski projekti, ne samo sa aspekta obimnosti već i sa aspekta dislociranosti resursa.

Na osnovu složenosti same definicije upravljanja projektom, a i po svojoj prirodi, metodologija upravljanja projektom podrazumeva podelu na procesne grupe, kojima je lakše upravljati. Procesne grupe upravljanja projektom predstavljaju osnovne, bazne procese i mogu se poistovetiti praktično sa fazama projekta koje su u međusobnoj interakciji.

Upravljanje projektom čine sledeće procesne grupe (faze):

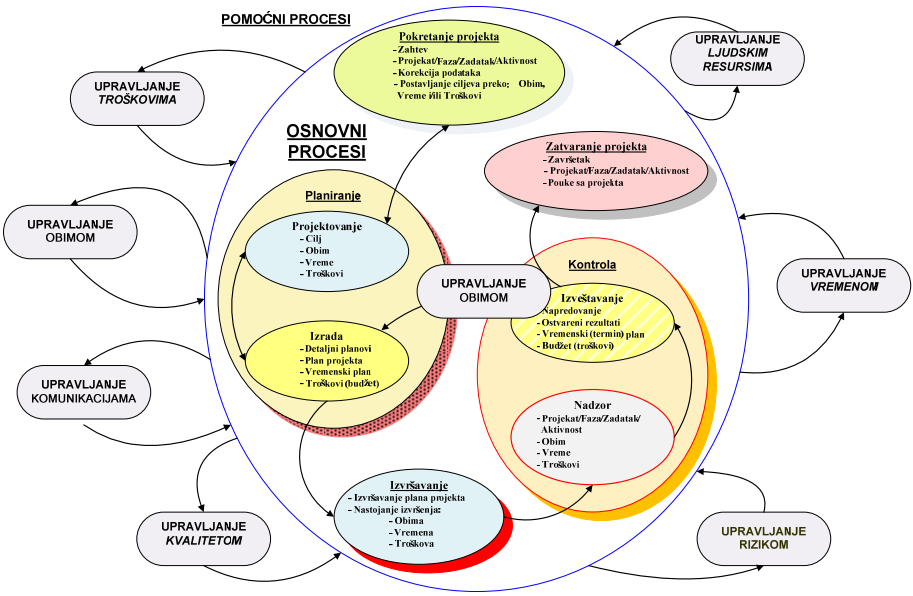
- Procesna grupa pokretanja projekta;
- Procesna grupa planiranja projekta;
- Procesna grupa realizacije projekta;
- Procesna grupa nadzora i kontrolisanja nad projektom;
- Procesna grupa zaključenja projekta.

Na Slici 2 prikazan je procesni model upravljaja projektom površinskog kopa Radljevo a na Slici 3 prikazano je njihovo međudelovanje u vremenu trajanja projekta.

Svaka od navedenih faza projekta predstavlja jedinstveni i iterativni ciklus tokom kojeg se preduzima integracija kako bi se svaki proces projekta na odgovarajući način stavio u istu ravan i povezao sa ostalim procesima radi uspostavljanja koordinacije.

Faza pokretanja i pripadajuća grupa osnovnih procesa predstavlja identifikaciju potrebe za realizovanjem neke poslovne ideje. Jasne i nedvosmislene smernice o projektu, u ovoj najranijoj projektnoj fazi, se formalno razmatraju kroz studije izvodljivosti i opravdanosti, koje daju sliku da li je projekat izvodljiv i da li treba pristupiti njegovom izvođenju. Kada je reč o projektu površinskog kopa Radljevo ova faza je praktično završena a izlaz iz ove faze je verifikovana Studija ekonomske opravdanosti sa Idejnim projektom eksploatacije uglja na površinskom kopu Radljevo.

Sledeća je faza planiranja, u kojoj se kroz procesnu grupu planiranja projekat raščlanjuje do najmanjih aktivnosti za koje se vrši detaljno planiranje u pogledu redosleda izvršavanja, projekcije budžeta i potrebnog vremena za realizaciju. Takođe, u okviru ove faze vrši se alokacija resursa, kako ljudskih, tako i materijalnih za izvršenje svakog od planiranog dela projekta. Tokom ove faze razmatraju se i potencijalni rizici, kao i odgovori na eventualnu pojavu istih, koji mogu ugroziti izvršavanje projekta, pa čak dovesti i do totalnog neuspeha projekta, zatim plan komunikacija, kvaliteta i obim projekta.

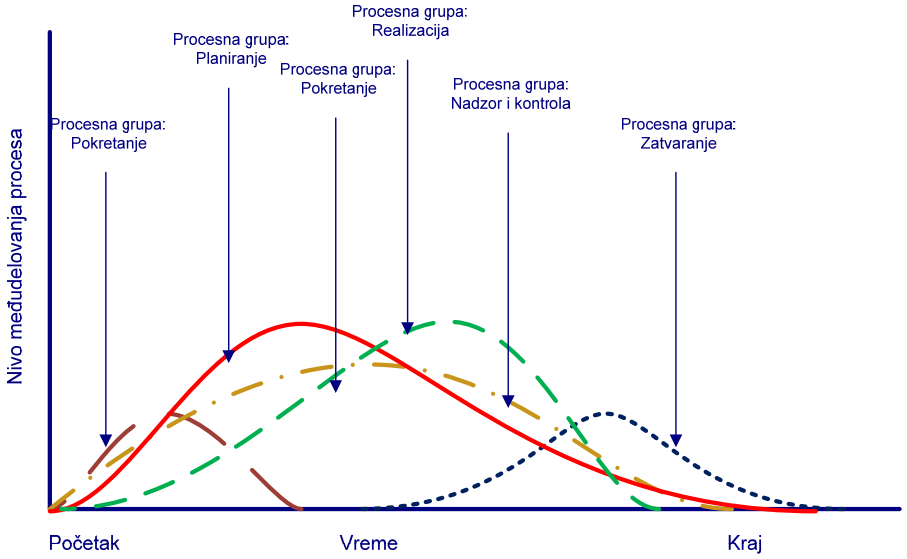


Slika 2. Procesni model upravljanja projektom površinskog kopa Radljevo

Tokom treće faze, faze izvršavanja, kroz pripadajuću procesnu grupu realizuju se planirane aktivnosti iz prethodne faze, uz redovnu nadzor i kontrolu izvršavanja. Najčešće, upravo ova faza predstavlja fazu u kojoj su u najvećoj meri angažovani svi resursi projekta i koja najčešće uzima i najveći deo vremena na čitavom projektu (Slika 3). Faza izvršavanja zahteva maksimalnu fokusiranost i posvećenost projektnog tima na realizaciji svih planiranih aktivnosti iz prethodne faze, u cilju dostizanja željenog cilja - uspešnog završetka projeta.

Sledeća je faza planiranja, u kojoj se kroz procesnu grupu planiranja projekat raščlanjuje do najmanjih aktivnosti za koje se vrši detaljno planiranje u pogledu redosleda izvršavanja, projekcije budžeta i potrebnog vremena za realizaciju. Takođe, u okviru ove faze vrši se alokacija resursa, kako ljudskih, tako i materijalnih za izvršenje svakog od planiranog dela projekta. Tokom ove faze razmatraju se i potencijalni rizici, kao i odgovori na

eventualnu pojavu istih, koji mogu ugroziti izvršavanje projekta, pa čak dovesti i do totalnog neuspeha projekta, zatim plan komunikacija, kvaliteta i obim projekta.



Slika 3. Međudelovanje procesnih grupa u vremenu na projektu PK Radljevo

Tokom treće faze, faze izvršavanja, kroz pripadajuću procesnu grupu realizuju se planirane aktivnosti iz prethodne faze, uz redovnu nadzor i kontrolu izvršavanja. Najčešće, upravo ova faza predstavlja fazu u kojoj su u najvećoj meri angažovani svi resursi projekta i koja najčešće uzima i najveći deo vremena na čitavom projektu (Slika 3). Faza izvršavanja zahteva maksimalnu fokusiranost i posvećenost projektnog tima na realizaciji svih planiranih aktivnosti iz prethodne faze, u cilju dostizanja željenog cilja - uspešnog završetka projeta.

U faza kontrolisanja kroz definisanu procesnu grupu odvija se kontinualan monitoring izvršavanja planiranog posla u okviru projekta. Tokom monitoringa vrši se praćenje napretka, upoređivanja sa terminskim planom, raspoloživim materijalnim resursima i uočavaju se eventualna odstupanja od plana i shodno tome se preduzimaju korektivne akcije.

Finalna faza, ili faza zaključivanja i pripadajuća procesna grupa ima za cilj formalnu konstataciju da je rezultat projekta u saglasnosti sa očekivanjima, u pogledu kvantiteta i kvaliteta, zbog kojih se i otpočelo sa realizacijom projekta. Formalno, projekat u ovoj fazi završava svoj životni ciklus i prelazi se na eksploataciju rezultata projekta, što zapravo predstavlja postprojektni ciklus. Kako je posao na projektu formalno okončan, nakon prihvatanja

rezultata projekta od strane investitora, prestaje i potreba za projektnim timom.

Strateški, odnosno integrativni, menadžment na projektu sačinjen je od procesa čiji je cilj identifikacija i definisanje svih procesa i aktivnosti koje je neophodno integrisati u okvire upravljanja projektom, kao i njihova međusobna korelacija i efekat na sam projekat kojim se upravlja (Slika 2). Pod ovim se podrazumeva definisanje i integracija procesnih grupa osnovnih, baznih procesa ali i pomoćnih procesa sa aspekta procesnog modela upravljanja projektom. U tom smislu definisani su uzopisane osnovne i pomoćni procesi upravljanja projektom PK Radljevo: upravljanje ljudskim resursima, upravljanje troškovima, upravljanje kvalitetom, upravljanje rizicima, upravljanje obimom i upravljanje vremenom (Slika 2).

Upravljanje vremenom ima za cilj definisanje vremenskih okvira projekta, kao i vreme trajanja svih potprocesa, zadataka i radova koji sačinjavaju sam projekat.

Upravljanje obimom projekta, integriše sve neophodne poslove i zadatke koje je neophodno izvršiti kako bi sveobuhvatna realizacija projekta bila uspešna. Planiranje obima radova, definisanje međusobne strukture na radovima, verifikacija obima i kontrola obima jesu sastavni procesi upravljanja obimom.

Upravljanje kvalitetom predstavlja grupu procesa koji obezbeđuju da će projekat rezultirati zahtevanim kvaliteta. Neki od tih procesa su planiranje kvaliteta, obezbeđivanje sigurnosti kvaliteta i kontrolu ostvarenja kvaliteta po pojedinim procesima, poslovima i projektu u celini.

Upravljanje ljudskim resursima ima za cilj organizovanje i upravljanje projektnim timom kao celinom. Sastavni delovi su planiranje ljudskih resursa, formiranje projektnog tima i upravljanje projektnim timom tokom projektnih aktivnosti. Uspeh projekta jeste, između ostalog, baziran na sposobnosti rukovodioca projekta da objasni projektnom timu njihov značaj za postizanje rezultata projekta.

Upravljanje troškovima sintetizuje procese koji za cilj imaju realizaciju projekta u okvirima projektovanog budžeta. Procesi iz ove grupe su: procena troškova, utvrđivanje vrste troškova i kontrolu troškova u toku realizacije projektnih zadataka. Upravljanje komunikacijama objedinjuje procese koji za cilj imaju generisanje, selekciju i distribuciju informacija i podataka o projektu. Najčešći procesi su: planiranje komunikacija, distribucija informacija i korišćenje informacija.

Upravljanje rizikom obuhvata procese koji imaju za cilj identifikaciju, sistematizaciju i reakciju na rizike koji se mogu javiti na projektu i u projektnom okruženju i negativno uticati na realizaciju projekta.

Kvantitativna i kvalitativna analiza rizika, planiranje odgovora na rizike, posledice rizika, nadzor i kontrola neki su od procesa iz ove grupe.

Upravljanje nabavkom - logistikom, obuhvata sve procese nabavke proizvoda i usluga neophodnih za realizaciju projekta. Planiranje nabavke, prikupljanje ponuda, selekcija dobavljača, zaključivanje ugovora i neposredna realizacija nabavke su procesi ove grupe.

Za uspešnu realizaciju ovako postavljenog procesnog modela upravljanja projektom otvaranja i razvoja površinskog kopa Radljevo neophodno je da rukovodilac projekta i projektni tim raspolažu sa nizom specijalizovanih znanja. Pored specijalizovanih znanja iz oblasti rudarstva i geologije, projekat kakav je otvaranje i razvoj površinskog kopa Radljevo zahteva i specifična znanja kao što su:

- Tehnička znanja koja su specijalizovana za određene grane kao što su građevina, elektrotehnika, mašinstvo, ekonomija, ekologija itd.
- Znanja iz upravljanja operativnim procesima, poput logistike, komercijalnih poslova, itd.
- Znanja koja se odnose na državnu regulativu, kao što su zakoni, propisi, carinske regulative, standardi, itd.

Kako se svaki rudarski projekat realizuje u gotovo specifičnom i neponovljivom okruženju, za uspeh projekta od vitalne važnosti su i saznanja o samom okruženju. Rukovodilac projekta sa projektim timom pri planiranju i realizaciji projekta neizostavno mora uzeti u obzir sve specifičnosti okruženja, prikupiti neophodna saznanja kako bi u projekat integrisao povoljne aspekte okruženja, ali i minimizovao ili eliminisao uticaj negativnih aspekata okruženja. Veoma važan aspekt projektnog okruženja predstavlja kulturno i društveno okruženje. Kako projekat površinskog kopa Radljevo podrazumeva neposrednu interakciju sa okruženjem, onda je zaista važno kako ovaj projekat utiče na okruženje i obrnuto, kako okruženje utiče na projekat. Aspekti okruženja kao što su ekonomsko, demografsko, kulturno i etičko mogu imati značajne implikacije na projekat.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Projekat otvaranja i razvoja površinskog kopa Radljevo je multidisciplinarn i veoma složen projekat koji zahteva realizaciju kompleksnih istraživanja, izradu studijske i tehničke dokumentacije iz oblasti geologije, rudarstva, mašinstva, elektrotehnike, građevinarstva, IT tehnologija, eksproprijacije, zatim nabavku različitih vrsta usluga kao i osnovne i pomoćne opreme na kopu i na kraju samo izvođenja radova na otvaranju i razvoju površinskog kopa. Takođe, kada je reč o ovom

projektu nikako ne treba zanemariti i vrednost investicije u iznosu od oko pola milijarde evra kao i okruženje u kome će se realizovati projekat.

Ovako složen zahvat moguće je realizovati samo primenom neke od metodologija upravljanja projektima. Opisani procesni model upravljanja projektom otvaranja i razvoja površinskog kopa Radljevo do postizanja projektovanog kapaciteta je baziran na savremenim saznanjima u oblasti upravljanja projektima i u skladu je sa najboljom praksom u oblasti upravljanja rudarskim projektima. Međutim, sam procesni model je potreban ali nije i dovoljan uslov za uspešnu realizaciju ovog projekta. On može i treba da posluži kao osnova za razvoj i izradu projekta upravljanja projektom otvaranja i razvoja površinskog kopa Radljevo u kojem će, pre početka bilo kakvih aktivnosti, u potpunosti da se definišu sve projektne aktivnosti, planovi za njihovu realizaciu, budžet, kontrolne mere, kvalitet i posebno rizici na projektu.. Obzirom da investiranje u kapitalne rudarske projekte predstavlja vrlo složen proces sastavljen od višedimenzionalnih aktivnosti ispitivanja svih relevantnih determinanti budućih stanja i promena koje projekat nosi sa sobom ovaj procesni model upravljanja projektom predstavlja pouzdanu osnovu za efikasnu i efektivnu realizaciju projekta.

LITERATURA

1. Charvat J.: Project Management Methodologies - Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects, John Wiley & Sons inc., 2003.
2. Maylor H.: Project management, Third edition, Prentice Hall, 2003.
3. Berkun, S.: The Art of Project Management, O'Reilly Media, 2005.
4. Harvard Business School: Project management manual, 1997.
5. PMI: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 4th edition, Project management Institute, 2010.
6. Smith N.J.: Engineering Project Management, Blackwell Publishing, 2009.
7. Zambruski M.: A Standard for enterprise project management, CRC Press, 2009.
8. Kerzner, H.: Strategic Planning for Project Management using a Project Management Maturity
9. Studija ekonomske opravdanosti sa Idejnim projektom eksploatacije uglja na površinskom kopu Radljevo, Vattenfall Europe Mining AG i Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 2010.

MOGUĆI PRISTUP DIZAJNU POSLOVNE ORGANIZACIJE U RUDARSKOM BASENU KOLUBARA

POSSIBLE APPROACH TO DESIGN OF BUSINESS ORGANIZATIONS IN THE KOLUBARA MINING BASIN

Jovičić V.[1]

Abstract

Danas posebnu ulogu u promenama organizacije imaju poslovni procesi kao osnovni činilac poslovnog sistema. Samo optimizovan dizajn poslovnih procesa, zasnovan na multidisciplinarnom pristupu može struktuirati rastući poslovni sistem odnosno kvalitetno restrukturirati postojeću organizaciju. Dinamičnost okruženja poslovnih sistema dovela je do shvatanja da je sama organizacija poslovnog sistema, pored opreme, tehnologije, kadrova, finansija itd., značajan resurs, jer objedinjava sve ostale resurse i čini ih svrsishodnim. Potreba analize i redizajniranja organizacije je stalan proces koji treba da u različitim uslovima u kojima se nađe poslovni sistem, omogući takvu organizaciju koja će uspešno poslovati.

Ključne reči: poslovni proces, poslovni sistem, redizajn organizacije

Abstract

Particular role in organization changes has business processes as basic constituent of business system. Only optimized design of business processes, based on multidisciplinary approach can structuring growing business system, in other words qualitative reorganizing existing open pit coal mine organization. Dynamism of business systems environment (business organizations) brought to comprehension that very own organization of business system, besides equipment, technology, personnel, finance etc, is

[1] Mr Vladan Jovičić, Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara, Lazarevac

significant resource because unite all resources and make them functional. Need for organization analyzes and redesign is permanent process which should, in different circumstances, to enable such organization capable for successful coal mine business.

Keywords: business processes, business system, organizational redesign

1. UVOD

Usled sve veće konkurencije i složenih tržišnih, ekonomskih i finansijskih uslova poslovanja rudarske organizacije u kontinuitetu treba da se menjaju i optimizuju svoje poslovanje. Svakodnevno se radi na pronalaženju novih sredstva, načina i pristupa koji su u funkciji stalnog rasta efikasnosti i efektivnosti poslovanja. Jedan od najvažnijih pristupa je orijentacija organizacije na poslovne procese.

Savremeno poslovanje se u tri stava značajno razlikuje od tradicionalne poslovne filozofije. Prvo, zaposleni su bolje informisani, bolje obrazovani i manje skloni obavljanju posla zbog samog posla, jer više nije dovoljno samo postizati rezultate već je važan način na koji se ti rezultati ostvaruju. Drugo, promenjena je priroda posla: fizički rad menja se intelektualnim radom baziranom na informacijama i znanju. Treće, sve brže promene zahtevaju da se odluke donose na nivou obavljanja posla, odnosno nastanka problema, jer konkurencija uništava organizacije koje misle da imaju mogućnost i vreme za donošenje odluka kroz duboku hijerarhiju.

U skladu sa novom poslovnom filozofijom, preduzeće treba da bude organizovano tako da omogućava i vertikalni i horizontalni protok informacija neophodnih za ostvarenje organizacijskih ciljeva. Ovakva organizacija briše granice poslovnih funkcija i u prvi plan stavlja poslovne procese, odnosno način kako se obavlja posao. Poslovne organizacije stvaraju svoje outpute kroz svoje poslovne procese, poput procesa prodaje, procesa održavanja ili procesa proizvodnje. Poslovni uspeh organizacije meri se poslovnim uspehom svakog njenog procesa pojedinačno. Zbog toga je jedini način da se stvarno razume funkcionisanje poslovne organzacije horizontalni - procesni pogled na organizaciju. Takođe, važno je napomenuti da procesni pogled na organizaciju ne isključuje u potpunosti njenu hijerarhiju i da je ravnoteža između funkcionalne hijerarhije i procesne orijentacije nužna kako za kratkoročno tako i za dugoročno, efikasno i efektivno poslovanje.

Inteziviranjem uvođenja informacionih sistema kao podrške svakodnevnom poslovanju, zatim, reinženjering poslovnih procesa u cilju poboljšanja perfomansi cele organizacije kao i standardizacija i uvođenje sistema kvaliteta bazirani su na modeliranju i izgradnji modela poslovnih procesa zbog čega procesi sve više dobijaju na značaju.

Poslovni proces (eng. *Business process*) je tržišno-orijentisan opis aktivnosti poslovne organizacije, projektovan u svrhe ispunjavanja poslovnih obaveza ili zadovoljavanja specifičnih potreba internih ili eksternih kupaca. Poslovni procesi su elementi strukture poslovnog sistema sastavljeni od skupa aktivnosti koje se obavljaju u određenom redosledu prateći isti, jasno definisani šablon - model procesa. Procesi su entitet preko koga se najbolje sagledava struktura poslovnog sistema, definišu nadležnosti i odgovornosti u poslovnom sistemu, određuje podela rada, uređuje poslovni sistem, upravlja poslovnim sistemom sa organizacionim celinama, kvalitetom, troškovima, procesima, resursima, itd. Preko njih se definšu modeli poslovnog sistema i njegovih podsistema, ostvaruje kreativna komponenta poslovnih sistema, otkrivaju mesta i uzroci lošeg rada, niske produktivnosti i prekoračenja rokova, lošeg kvaliteta, nedovoljne efikasnosti poslovanja, primenjuju zahtevi svetskih standarda ISO serije i tako dalje. Procesi se identiflkuju anatomskim pristupom poslovnim sistemima polazeći od predmeta rada, grupisanog, klasiflkovanog, specificiranog baš za potrebe lakog identifikovanja procesa.

Zbog svega iznetog savremeni dizajn poslovnog sistema je nemoguć ako nije oslonjen na poslovne procese, pa je dizajn i upravljanje poslovnim procesima u stvari ključan za dizajn i upravljanje poslovnom organizacijom.

2. UPRAVLJANJE POSLOVNIM PROCESIMA

Upravljanje poslovnim procesima predstavlja obiman rad na promenama koje se u praksi retko mogu uvoditi tako strukturirano i direktno kako to metodologije i modeli preporučuju. Zato je veoma bitno da se razvije razumevanje za različite tehnike kojima se mora ovladati od strane organizacije koja želi da radi na upravljanu procesima i koja, oslonjena na svoju unikatnu situaciju, mora da razvije sopstveni pogodan pristup upravljanju procesima.

Kroz definisanje poslovnih procesa kompanije, njihovom podelom na delove procesa i identifikovanjem primarnih i sekundarnih, odnosno baznih, podržavajućih i menadžment procesa, zatim važnih podržavajućih procesa koji su odlučujući za razvoj i napredak baznih procesa, stvara se nova struktura za upravljanje poslovanjem. Upravljanje poslovnim procesima, kratko rečeno, znači iskorišćenje postojeće strukture kako bi se počelo upravljati kompanijom na način orjentisan prema potrošačima i procesima.

Ovo znači da svi zaposleni na različitim hijerarhijskim nivoima u kompaniji, na svoj rad gledaju kao proces gde se, polazeći od njegove sveobuhvatnosti, stalno teži poboljšanjima.

Ovako utemeljeno upravljanje predstavlja način delovanja, drugim rečima, jednu vrstu filozofije pre nego metod. Upravljanje procesom je ključni izraz unutar ove filozofije.

Upravljanje poslovnim procesima može se definisati kao vođenje i poboljšavanje poslovanja kompanije preko njenih poslovnih procesa.

2.1. Ključna područja za uspešno upravljanje procesima

- Uspešno upravljanje poslovnim procesima podrazumeva kontinualne promene unutar organizacije, a pre svega potpuno razumevanje šest ključnih područja:
- Stvaranje zajedničke vizije o tome šta kompanija želi postići sa radom na procesima;
- Identifikacija i definisanje poslovnih procesa organizacije;
- Organizovanje za upravljanje procesima;
- Stvaranje neophodnog razumevanja za procese od strane svih učesnika u procesu;
- Analiziranje, poboljšavanje i redizajniranje procesa i
- Stvaranje uslova da način posmatranja procesa prožima celu kompaniju.

Stvaranje zajedničke vizije

Upravljanje procesima vodi do sveobuhvatnih promena u kompaniji. Ukoliko se ne može ostvariti jedinstven uvid u to kako će kompanija da izgleda posle promena koje nastaju pri orijentaciji na procese, tada se mogu očekivati veliki problemi. Ove činjenice su nešto što su mnoge kompanije iskusile. Da bi se jasno moglo definisati i komunicirati o tome šta se hoće postići i zašto, zajednička vizija predstavlja, važan i značajan faktor za upravljanje procesima.

Identifikacija i definisanje poslovnih procesa

Kada upravljanje poslovnim procesima organizacije znači da je to upravljanje koje polazi od njenih poslovnih procesa, tada to znači da je upravo proces taj koji, sasvim prirodno, poseduje centralni značaj. Identifikovani i definisani poslovni procesi neće samo opisati kako se rešavaju zajednički poslovni zadaci, nego u saglasnosti sa sveobuhvatnom strategijom definisaće i samu viziju kompanije. Ovakav pogled usmerava

praktično upravljanje organizacijom na upravljanje poslovnim procesima organizacije.

Organizovanje za upravljanje procesima

Time što su definisani poslovni procesi ne znači automatski da će kompanijom početi da se upravlja polazeći od nove strukture. Novoj procesnoj strukturi potrebno je prilagoditi organizaciju koja će obezbediti da celokupna procesna struktura bude pokrivena vlasnicima procesa, timovima i drugim ključnim ulogama.

Pružanje znanja o procesima

Cilj upravljanja poslovnim procesima je pronalaženje načina posmatranja procesa kako bi se uticalo na sve poslove na svim nivoima u organizaciji. Da bi se ovo postiglo od najvećeg značaja je stvaranje celovite slike o organizaciji koja pokazuje kako se individualni poslovi odnose prema sveobuhvatnim poslovnim procesima. Da bi moglo da se upravlja poslovnim procesima, neophodno je razvijati znanja o poslovnim procesima.

Analiziranje, poboljšavanje i redizajniranje procesa

Predstavljanje detaljne karte (mape) procesa je u funkciji razvoja znanja koja su neophodna da bi se procesima upravljalo. Ova vrsta znanja jeste neophodna, ali ne i dovoljna za poboljšavanje procesa. Neophodne su dublje analize kako bi se došlo do dovoljnog znanja o područjima problema u poslovnim procesima. Generalno, poboljšavanje procesa može se obaviti ili putem razvoja postojećih procesa ili kroz celovitu rekonstrukciju odnosno putem redizajniranja procesa.

Posmatranje procesa kroz celu organizaciju

Poslednje područje odnosi se na to da način posmatranja procesa postane prirodni deo svakodnevnih poslova u celoj organizaciji. I ovo područje zahteva niz promena u kompaniji jer bitno utiče na ulogu upravljanja, na zaposlene, na ulogu planiranja poslovanja. Ove promene se mogu izvesti bilo pokušajem identifikacije i promene delova organizacione strukture, koji zahtevaju prilagođavanje ili izabrati da se, polazeći od načina posmatranja procesa, razvije potpuno nova organizaciona struktura.

Upravljanje poslovnim procesima (eng. *Business Process Management, BPM*) može se definisati kao koncept učestalog definisanja, analiziranja i poboljšanja poslovnih procesa. To je poslovni pristup upravljanju promenama radi unapređenja poslovnih procesa, pri čemu promene obuhvataju celi životni ciklus procesa, od analize i dizajna do implementacije, automatizacije i izvođenja procesa (Smith i Fingar, 2003.). BPM je znatno

širi pojam od modeliranja i promene poslovnih procesa. Upravljanje poslovnim procesima je usmereno na razvoj platforme (sistema) za integraciju arhitekture kompanije, modela poslovnih procesa, sistema za upravljanje poslovnim tokovima i informacione infrastrukture kao podrške realizaciji poslovnih procesa, a naziva se *Sistem za upravljanje poslovnim procesima* (eng. *Business Process Management System, BPMS*).

Business Process Management (BPM) je opšti termin, koji opisuje niz usluga i alata koji se koriste isključivo za upravljanje procesima (npr. analize procesa, definicije, izvršenja, praćenja i administracije).

BPM osigurava alate, tehnike i tehnologije za efikasnu izgradnju, upravljanje, monitoring i optimiziranje poslovnih procesa. Menadžment u kompanijama sve više prepoznaje potencijal Business Process Managmenta, u cilju poboljšanja poslovanja jer korist koju imaju od njega je višestruka:

a. Bolja usklađenost između procedura i politike;
b. Povećanje standardizacije poslovnih procesa;
c. Pojačana transparentnost i provera poslovanja i izvodljivosti procesa;
d. Fleksibilnost procesa da se razvijaju kako se menjaju regulative i tržište.

3. PROCESNO ORGANIZOVANJE

Poslednjih godina, sve veći broj kompanija pokušava da napravi prelaz sa funkcionalnog na procesno organizovanje tako što svoje najbolje menadžere imenuje za vlasnike procesa pri čemu oni imaju vlast, odnosno kontrolu nad poslom i budžetom. Ovim promenama menja se i sistem merenja organizacione uspešnosti tako što se fokus mernih sistema usmerava na procesne ciljeve. Na ovaj način kompanije prave suptilne ali istovremeno i temeljne promene u svojim organizacionim kulturama, ističući timski rad ispred hijerarhije.

Osnovna karakteristika procesnog organizovanja su procesni timovi i horizontalna organizacija. Ovakav pristup procesnog organizovanja širi pojedinačnu odgovornost i zahteva veću međusobnu saradnju zaposlenih. Suprotno popularnom mišljenju, horizontalna organizacija procesa ne transformiše zaposlene u generaliste koji sve znaju i u potpunosti su sposobni da se nose sa svim problemima koji se javljaju tokom odvijanja procesa, već naglašava potrebu za izborom članova procesnog tima sa specifičnim veštinama i kompetencijama. Iz toga sledi da su procesni timovi kompleksna mešavina generalista i specijalista gde se svakom članu tima dodeljuje procesna ulogu isključivo na bazi njegovih znanja, sposobnosti i kompetencija.

Pod procesnim timom podrazumeva se tim koji je okupljen oko poslovnog procesa da bi ostvario kontinualnu integraciju njegovih potprocesa i

procesnih aktivnosti i osigurao odvijanje poslovnog procesa na željeni način, odnosno ispunio procesne ciljeve. Procesni timovi mogu da budu stalni i povremeni pri čemu stalni procesni timovi u kontinuitetu, ponovljivo učestvuju u odvijanju poslovnih procesa dok se privremeni procesni timovi formiraju za privremene ili povremene procesne aktivnosti, (Hammer, Champy; *Reinženjering organuzacije - Manifest za poslovnu revoluciju*, 2004., D. Madison; *Process Mapping, Process Improvement and Process Management,* 2005.).

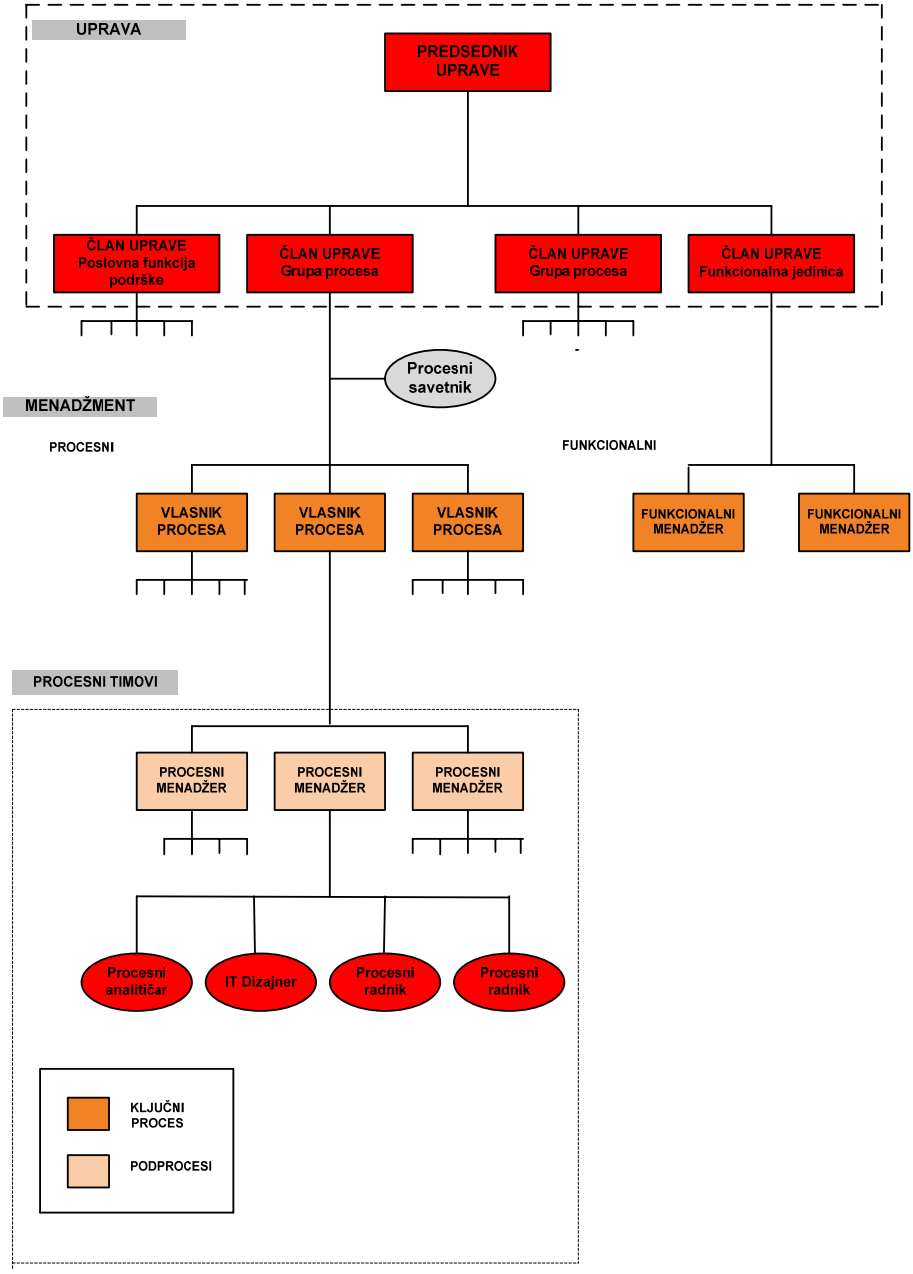
Za razliku od funkcionalne organizacije, gde se zaposleni raspoređuju na definisana radna mesta, kod procesnog organizovanja zaposlenima se dodeljuju uloge. Osnovne procesne uloge su:

- Procesni direktor koji upravlja logičnom grupom baznih poslovnih procesa na konceptualnom nivou kompleksnih i velikih preduzeća;
- Procesni nadzornik ili vlasnik procesa koji dizajnira poslovne procese, usmerava i omogućava njihovo odvijanje, planira i upravlja njihovim razvojem i sprovođenjem, prati njihovo odvijanje i njihovu uspešnost, odnosno efektivnost i efikasnost;
- Procesni menadžer planira, usmerava i prati definisani skup procesa i resursa kako bi oni proizveli očekivani skup outputa i poslovnih rezultata;
- Procesni radnik koji je odgovoran za obavljanje specifične aktivnosti od njenog početka do kraja, odnosno koji učestvuje na operativnoj implementaciji dela poslovnog procesa;

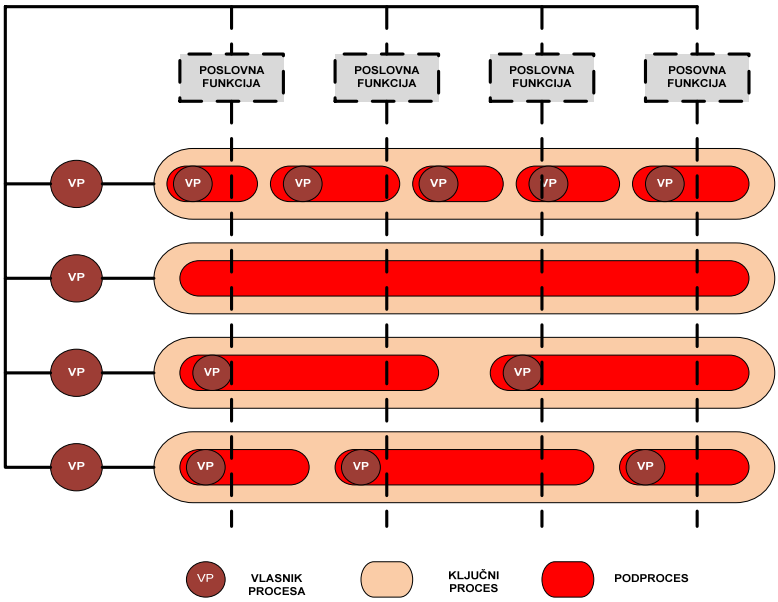
Osim pomenutih osnovnih procesnih uloga, u većim organizacijama podrazumevaju se još neke uloge:

- Procesni savetnik koji svojim stručnim znanjem o celokupnom procesu pruža neophodne savete kako vlasniku procesa, tako i samom procesnom direktoru, prati uspešnost samog procesa i predlaže područja njegovog kontinualnog unapređenja;
- Procesni analitičar, koji ima najviše znanja o procesu i zadužen je za izradu procesne dokumentacije, kao i za modeliranje postojećih, ali i budućih poslovnih procesa;
- Procesni IT dizajner koji daje podršku procesnom analitičaru vezanu za informatička pitanja.

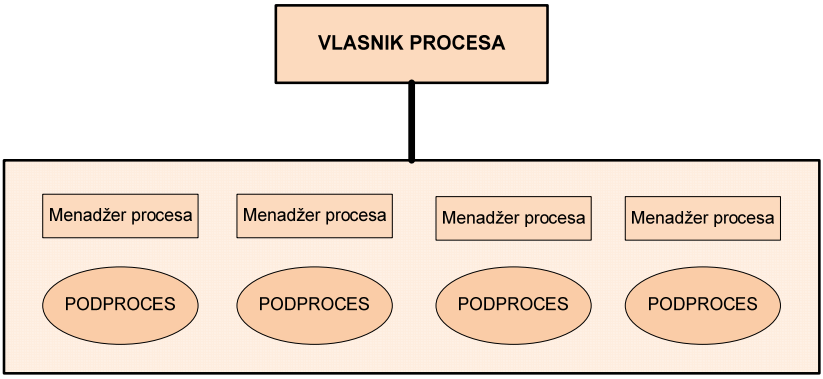
Na Slici 1 prikazana je organizaciona hijerarhija uloga i pozicija u procesno-orijentisanoj organizaciji kao i sama procesna hijerarhija na nivou procesnih timova. Na Slici 2 prikazana je procesna organizaciona struktura, a na Slici 3 organizaciona struktura procesa. Ovaj model može u potpunosti da odgovori svim zahtevima uspešnog poslovanja velikih organizacija, kakvo je i PD RB Kolubara.



Slika 1. Organizaciona hijerarhija uloga i pozicija u procesno-orijentisanoj organizaciji i procesna hijerarhija na nivou procesnih timova



Slika 2. Procesna organizaciona struktura



Slika 3. Organizaciona struktura procesa

U navedenom primeru, napravljena je razlika između vlasnika procesa, koji je zadužen za proces i procesnog menadžera, koji je nadležan i odgovoran za određeni podproces. Usled toga, vidljivo je kako u organizaciji postoje četiri hijerarhijska nivoa, što je prihvatljivo za velike, kompleksne organizacije. U slučaju manjih organizacija, uloge vlasnika procesa i procesnog menadžera uglavnom su inkorporirane, što znači da manje organizacije mogu imati i jedan hijerarhijski nivo manje.

Hijerarhijska lestvica procesno-orijentisane organizacije može se podeliti na tri celine: *Uprava*, *Menadžment* i *Procesni timovi*. Pri upravi često postoji

savetodavno telo koje na najvišem, strateškom nivou, raspravlja o procesnim problemima i njihovoj efikasnosti. Za grupe baznih procesa zaduženi su članovi uprave koji predstavljaju procesne direktore. Oni nadziru odvijanje određenih baznih procesa. Druga celina, *menadžment*, sastoji se od procesnog i funkcionalnog menadžmenta. Za procesni menadžment zaduženi su vlasnici procesa i oni usko sarađuju sa funkcionalnim menadžerima koji su na čelu funkcionalnih jedinica ili poslovnih funkcija podrške. Na taj način osiguravaju se neophodni resursi za odvijanje poslovnih procesa kao i neophodna podrška baznim poslovnim aktivnostima. Konačno, treća celina obuhvata *procesne timove*, osnovni gradivni element procesno-orijentisane organizacije, koji operativno, na čelu sa procesnim menadžerom osiguravaju efikasno i efektivno odvijanje poslovnih procesa u organizaciji.

4. ZAKLJUĆAK

Struktura rudarskih kao i drugih poslovnih sistema može da se bazira na uobičajenim organizacionim oblicima, kao što su na primer funkcionalni, matrični, projektni, ... PD RB Kolubara je funkcionalno organizovana sa izraženom vertikalnom hijerarhijom. Ovaj koncept organizovanja poslovnih sistema ne omogućuje kvalitetnu organizaciju poslovnih procesa jer ističe vertikalnu strukturu organizacije i njenu sektorsku podeljenost, dok dobro organizovani procesi zahtevaju što je moguće više horizontalnu organizaciju i timsku integraciju. U skladu sa novom poslovnom filozofijom, preduzeće treba da bude organizovano tako da omogućava i vertikalne i horizontalne tokove neophodne za ostvarenje organizacijskih ciljeva. Ovakva organizacija briše granice poslovnih funkcija i u prvi plan stavlja poslovne procese. Poslovni uspeh organizacije meri se poslovnim uspehom svakog njenog procesa pojedinačno. Zbog toga je jedini način da se stvarno razume funkcionisanje poslovne organzacije horizontalni - procesni pogled na organizaciju. Poslovni proces je tržišno-orijentisan opis aktivnosti poslovne organizacije, projektovan u svrhe ispunjavanja poslovnih obaveza ili zadovoljavanja specifičnih potreba internih ili eksternih kupaca. Procesi su entitet preko koga se najbolje sagledava struktura poslovnog sistema, definišu nadležnosti i odgovornosti u poslovnom sistemu, određuje podela rada, uređuje poslovni sistem, upravlja poslovnim sistemom sa organizacionim celinama, kvalitetom, troškovima, procesima, resursima, itd. Preko njih se definišu modeli poslovnog sistema i njegovih podsistema, ostvaruje kreativna komponenta poslovnih sistema, otkrivaju mesta i uzroci lošeg rada, niske produktivnosti i prekoračenja rokova, lošeg kvaliteta, nedovoljne efikasnosti poslovanja, primenjuju zahtevi svetskih standarda ISO serije i tako dalje. Zbog svega iznetog savremeni dizajn poslovnog sistema je nemoguć ako nije oslonjen na poslovne procese, pa je dizajn i upravljanje poslovnim procesima u stvari ključan za dizajn i upravljanje

poslovnom organizacijom. Prikazani primer procesno orjentisane organizacije u potpunosti može da zadovolji sve aspekte savremenog organizovanja PD RB Kolubara i istovremeno da omogući efektivno i efikasno upravljanje poslovnom organizacijom.

LITERATURA

1. Jovičić V.,: Modeliranje osnovnih poslovnih procesa površinske eksploatacije uglja, Magistarski rad, 2009.
2. Jacka J. M., Keller P. J.: Business Process Mapping; Wiley, 2002.
3. Harrington H. J.; Esseling E. C.: Nimwegen H. V.: Business Process Improvement -Workbook; McGraw-Hill, 1997.
4. Smith H.; Fingar P.: Business Proces Management; Meghan-Kiffer Press, 2002.

MODEL UPRAVLJANJA PROCESOM REKULTIVACIJE

MODEL OF THE RECULTIVATION PROCESS

Jovičić V.[1], Nikolić R[2]

Apstrakt

Rekultivacija predstavlja kompleks rudarskih, inženjerskih i agrotehničkih mera koje se sprovode za obnavljanje, pa čak i poboljšanje, biološke produktivnosti i poljoprivredne vrednosti terena narušenog površinskom eksploatacijom. Obzirom na dug vremenski okvir i potencijalno velike troškove rekultivacije, koji mogu značajno da uvećaju ukupne troškove eksploatacije, veoma je važno, u svim fazama, dobro organizovati upravljanje procesom rekultivacije. Upravljanje podrazumeva planiranje, organizovanje, realizaciju i kontrolu nad procesnim aktivnostima. Model upravljanja preko procesa je model koji danas predstavlja „dobru praksu“ i kao takav prihvaćen je od svih poslovnih sistema kojima je primarni cilj efektivnost i efikasnost poslovnih procesa.

Ključne reči: rekultivacija, površinska eksploatacija, upravljanje procesom

Abstract

Recultivation is a combination of mining, engineering and agricultural practices that are implemented to restore and even improve agricultural productivity and biodiversity valuesinto the damaged surface mining. Given the long time frame and potentially high costs of reclamation, which can significantly increase the total cost of ownership, it is important at all stages, well organized management of the reclultivation. Management involves planning, organizing, implementation and control of the process activities. The management model through a process model that represents "best

[1] Mr Vesna Jovičić, dipl.ing rud.,EPS, PD RB Kolubara, Lazarevac
[2] Nikolić Ruža, dipl.ing rud.,EPS, PD RB Kolubara, Lazarevac

practice" and thus accepted by all business systems with the primary goal of the effectiveness and efficiency of business processes.

Keywords: recultivation, surface mining, process management

1. UVOD

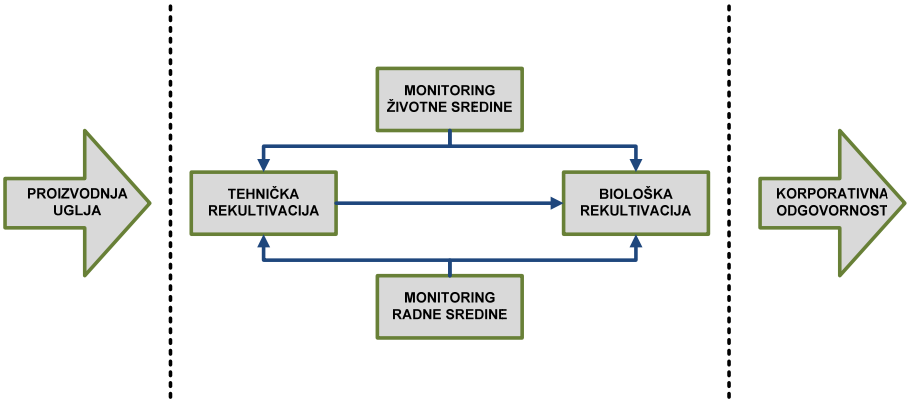
Rekultivacija predstavlja kompleks rudarskih, inženjerskih i agrotehničkih mera koje se sprovode za obnavljanje, pa čak i poboljšanje, biološke produktivnosti i poljoprivredne vrednosti terena narušenog površinskom eksploatacijom. Obezbeđenje potrebnog kvaliteta rekultivisanog terena je jedan od pokazatelja nivoa površinske eksploatacije u odnosu na savremene ekološke zahteve i postavljene normative.

Obzirom na dug vremenski okvir i potencijalno velike troškove rekultivacije, koji mogu značajno da uvećaju ukupne troškove eksploatacije, veoma je važno, u svim fazama, dobro organizovati upravljanje procesom rekultivacije. Upravljanje podrazumeva planiranje, organizovanje, realizaciju i kontrolu nad procesnim aktivnostima. Model upravljanja preko procesa je model koji danas predstavlja „dobru praksu“ i kao takav prihvaćen je od svih poslovnih sistema kojima je primarni cilj efektivnost i efikasnost poslovnih procesa.

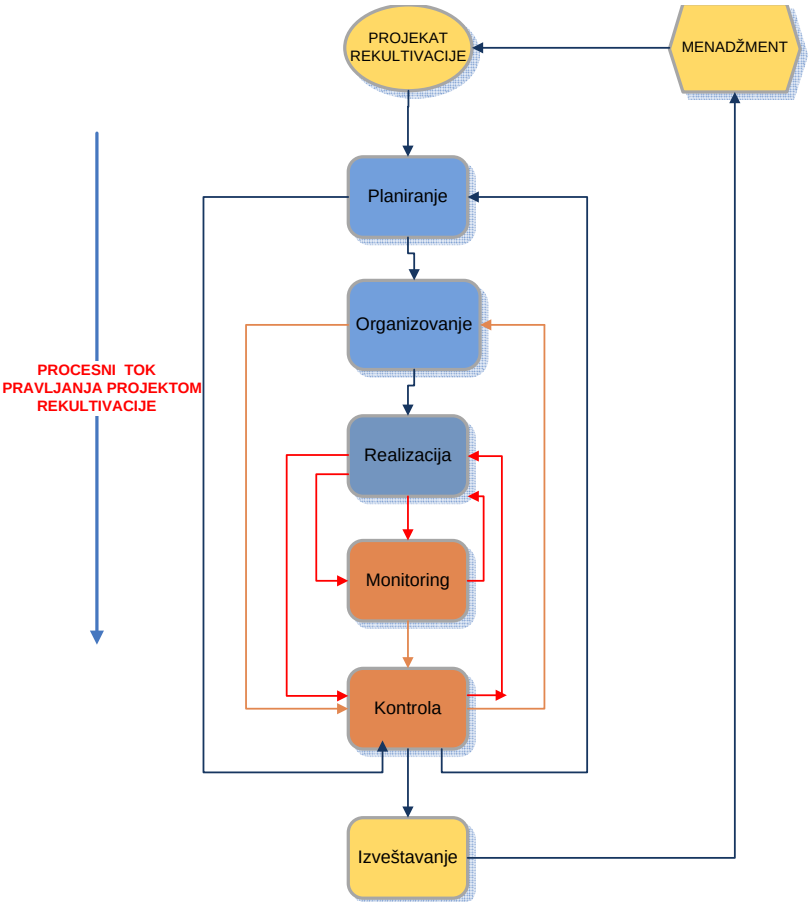
Integrisani modeli upravljanja procesima uglavnom se koriste u predprodukcionoj fazi procesa kada je proces potrebno isplanirati i organizovati. Pojedinačno, statički i dinamički modeli upravljanja procesima najčešće se koriste u produkcionoj fazi procesa kada je potrebno pojedine delove procesa reorganizovati ili preispitati realizaciju procesa putem simulacije njegovih potencijalnih stanja u različitim situacijama.

2. UPRAVLJANJE REKULTIVACIJOM PREKO PROCESA

Jedan od najprihvaćenijih savremenih modela upravljanja poslovnim sistemima je upravljanje preko poslovnih procesa. Proces rekultivacije kao poslovni sistem modelovan je preko svojih potprocesa: tehnička rekultivacija, biološka rekultivacija, monitoringa životne i monitoringa radne sredine (Slika 1), a upravljanje se realizuje kroz proces upravljanja koji sadrži potprocese: planiranje, organizovanje, praćenje realizacije i kontrola realizacije poslovnih aktivnosti. Model procesa upravljanja rekultivacijom prikazan je na Slici 2.



Slika 1. Potprocesi procesa rekultivacija na konteksnom nivou



Slika 2. Detaljan dijagram toka procesa upravljanja rekultivacijom

3. MODEL UPRAVLJANJA PROCESOM REKULTIVACIJE

Proces proizvodnje na površinskom kopu čini tehnološka celina sa procesima operativne i tehničke podrške, proces proizvodnje uglja i proces rekultivacije.

Sa aspekta procesa rekultivacije, ovaj proces počinje već sa investicionim aktivnostima otvaranja površinskog kopa i traje sve vreme vršenja eksploatacije a završava se posle zatvaranja površinskog kopa, privođenjem nameni svih devastiranih površina, demontažom i reciklažom svih objekata koji su bili u funkciji površinskog kopa i na kraju monitoringom primenjenih mera rekultivacije.

Modeliranje procesa rekultivacije, definisano je kao proces koji se sastoji od analize sistema i determinisanja procesa rekultivacije, definisanja funkcije upravljanja procesima rekultivacije, modeliranja procesa rekultivacije u funkciji upravljanja i dizajna modela upravljanja procesima rekultivacije i razlikuje aktivnosti koje se rade na nivou poslovnih funkcija (sistema) i strukturne analize procesa rekultivacije, kao i definisanje funkcije upravljanja procesima rekultivacije, što je na kraju rezultiralo konstrukcijom dizajna modela upravljanja procesima rekultivacije i simulacijom kao dinamički model upravljanja procesima rekultivacije.

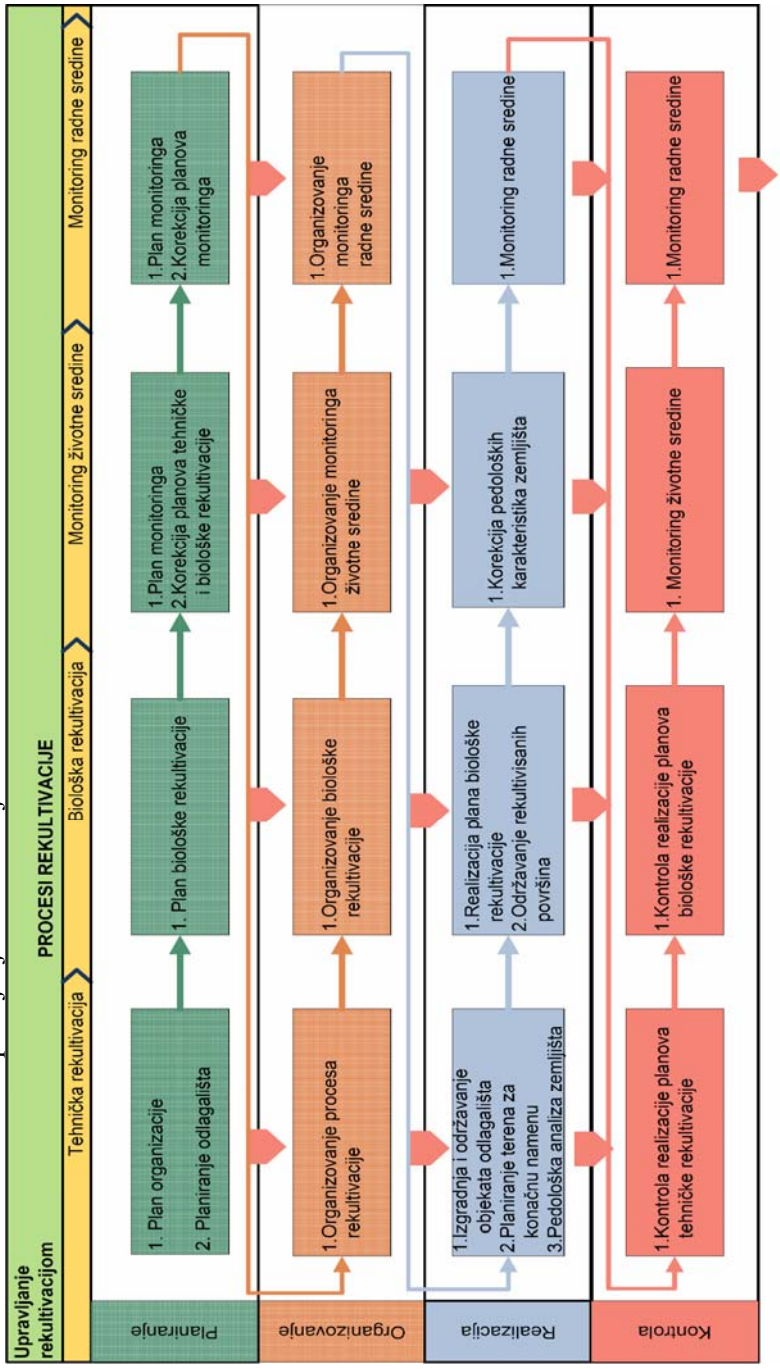
Model upravljanja rekultivacijom preko procesa (Tabela 1), definisan je kao matrica identifikovanih potprocesa rekultivacije (tehnička rekultivacija, biološka rekultivacija, monitoring radne sredine i monitoring životne sredine) i potprocesa upravljanja procesom rekultivacije i čini statički model upravljanja procesom rekultivacije.

Definisan statički model upravljanja rekultivacijom preko procesa može se dalje detaljizovati u zavisnosti od namene i potrebe korisnika. Ovako definisan on ima dovoljno detaljnosti da se preko njega može uspešno realizovati proces rekultivacije svakog površinskog kopa bez obzira na veličinu, tehnološku i prirodnu složenost. Ujedno, ovaj model predstavlja i organizacionu strukturu procesa rekultivacije.

Proces planiranja je sigurno ključni proces tehničke rekultivacije ali i uopšte procesa rekultivacije jer se njime praktično definišu svi naredni procesi.

Na smanjenje neizvesnosti koju nosi proces planiranja i povećanje pouzdanosti planskih odluka u značajnoj meri može se uticati primenom dinamičkih modela realizacije tehničke rekultivacije, od kojih je svakako najprihvaćeniji model simulacije rada opreme. Izbor adekvatne tehnologije i primerene opreme za realizaciju procesa tehničke rekultivacije je najznačajnija aktivnost procesa planiranja rekultivacije sa najvećim uticajem na dinamiku i ukupne troškove.

Tabela 1. Procesni model upravljanja rekultivacijom



U fazi planiranja za modeliranje tehnoloških procesa koriste se modeli rada karakteristični za primenjenu opremu u fazi izvođenja radova na tehničkoj rekultivaciji a za verifikaciju izbora varijante rada sistema u funkciji tehničke rekultivacije bira se neka od metoda, na primer ekspertna Metoda bodovanja, koja omogućava relativno brz i jednostavan način za prepoznavanje najbolje alternativne odluke za višekriterijumske probleme odlučivanja.

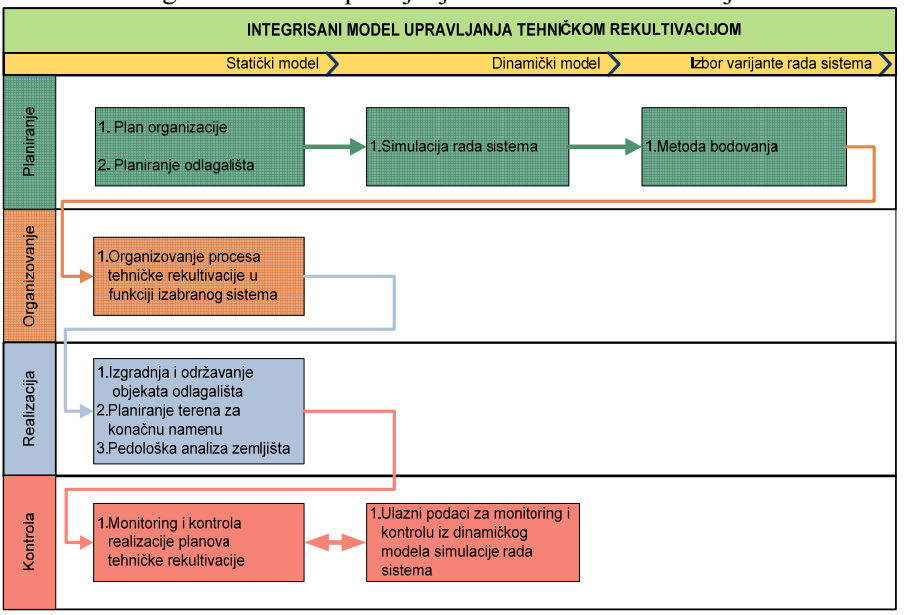
Razlika između statičkog i dinamičkog modela upravljanja procesima je u tome što je statički model usmeren na strukturu, odnosno organizaciju procesa dok je dinamički model usmeren na simulaciju pojedinih stanja procesa u realnom sistemu. U zavisnosti od potreba, oni se mogu koristiti pojedinačno ili integrisano. Integrisani modeli upravljanja procesima uglavnom se koriste u predprodukcionoj fazi procesa kada je proces potrebno isplanirati i organizovati. Pojedinačno, statički i dinamički modeli upravljanja procesima najčešće se koriste u produkcionoj fazi procesa kada je potrebno pojedine delove procesa reorganizovati (statički model) ili preispitati realizaciju procesa putem simulacije njegovih potencijalni stanja u različitim situacijama (dinamički model).

Kod procesa upravljanja rekultivacijom predprodukciona faza procesa je faza planiranja kada se determinišu procesi koje je neophodno realizovati, njihova organizacija i realizacija, i na kraju monitoring i kontrola njihove realizacije. U ovoj fazi planski se definišu i potrebni resursi za realizaciju samog procesa. Međutim, obzirom na svu internu i eksternu složenost procesa rekultivacije, za efikasnu i efektivnu realizaciju najčešće je nedovoljno samo planski definisati njegovu strukturu, procesne tokove, potrebne resurse i dinamiku realizacije. Zbog toga, u predprodukcionoj fazi procesa rekultivacije posebno je važno optimizovati izbor resursa i njihovo ponašanje tokom realizacije procesa u funkciji optimalnih ukupnih troškova. Za ovaj deo planiranja procesa najčešće se koriste simulacioni dinamički modeli koji mogu brzo i pouzdano da daju više varijantnih rešenja rada sistema na tehničkoj rekultivaciji. Integracijom statičkog i dinamičkog modela i ekspertnom Metodom bodovanja može se, dosta pouzdano, dobiti optimizovana struktura, procesni tokovi kao i optimizovan izbor resursa (opreme) procesa rekultivacije. Rezultati izabranog varijantnog rešenja koriste se u produkcionoj fazi procesa tehničke rekultivacije kao referentni za procese monitoringa i kontrole. Za ovako determinisan proces rekultivacije, sa maksimalnim učincima i minimalnim troškovima, sa velikom izvesnošću se može reći da čini efikasan i efektivan sistem.

3.1. Model upravljanja procesom tehničke rekultivacije

Integrisani model upravljanja tehničkom rekultivacijom preko procesa (Tabela 2), definisan je kao matrica identifikovanih potprocesa tehničke rekultivacije i potprocesa upravljanja procesom rekultivacije (statički model) pri čemu se u fazi planiranja u funkciji izbora varijantnog rešenja primenjuje simulacija rada sistema a sam izbor varijante rada sistema vrši se metodom bodovanja. Rezultati simulacije izabranog rada sistema tehničke rekultivacije koriste se i u fazi procesa realizacije kao podaci za proces monitoringa i kontrole.

Tabela 2. Integrisani model upravljanja tehničkom rekultivacijom



4. ZAKLJUČAK

Obzirom na dug vremenski okvir i potencijalno velike troškove rekultivacije, koji mogu značajno da uvećaju ukupne troškove eksploatacije, veoma je važno, u svim fazama, dobro organizovati upravljanje procesom rekultivacije. Upravljanje podrazumeva planiranje, organizovanje, realizaciju i kontrolu nad procesnim aktivnostima. Model upravljanja preko procesa je model koji danas predstavlja „dobru praksu“ i kao takav prihvaćen je od svih poslovnih sistema kojima je primarni cilj efektivnost i efikasnost poslovnih procesa.

Integrisani model upravljanja tehničkom rekultivacijom preko procesa, definisan je kao matrica identifikovanih potprocesa tehničke rekultivacije i

potprocesa upravljanja procesom rekultivacije (statički model) pri čemu se u fazi planiranja u funkciji izbora varijantnog rešenja primenjuje simulacija rada sistema a sam izbor varijante rada sistema vrši metodom bodovanja. Rezultati simulacije izabranog rada sistema tehničke rekultivacije koriste se i u fazi procesa realizacije kao podaci za proces monitoringa i kontrole. Integrisani modeli upravljanja procesima uglavnom se koriste u predprodukcionoj fazi procesa kada je proces potrebno isplanirati i organizovati. Pojedinačno, statički i dinamički modeli upravljanja procesima najčešće se koriste u produkcionoj fazi procesa kada je potrebno pojedine delove procesa reorganizovati ili preispitati realizaciju procesa putem simulacije njegovih potencijalnih stanja u različitim situacijama.

LITERATURA

1. Jovičić V. (2013), Upravljanje procesom rekultivacije spoljašnjih odlagališta površinskih kopova, Magistarska teza, Beograd
2. Jovičić V. (2009), Modeliranje osnovnih poslovnih procesa površinske eksploatacije uglja, Magistarski rad, Beograd
3. Pavlović V. (2007), Aspekti procesa planiranja projekta rekultivacije površinskog kopa, VII Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji, Banja Vrujci
4. Pavlović V. (2000), Rekultivacija površinskih kopova i odlagališta, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

GEOLOŠKE I EKSPLOATACIONE REZERVE UGLJA ZAPADNOG DELA KOLUBARSKOG BASENA

GEOLOGICAL AND MINABLE COAL RESERVES IN THE WESTERN PART OF KOLUBARA COAL BASIN

Kezović M.[1]

Apstrakt

Sa sedimentološkog stanovišta zapadni deo Kolubarskog basena predstavlja blagu sinklinalu, gde je taloženje ugljevite materije u kasnijoj fazi bilo izloženo tektonskoj aktivnosti i procesu erozije. To je prouzrokovalo smanjenje debljine složene ugljene serije, redukciju ugljenih slojeva i intenzivno raslojavanje. U ovako definisanom prostoru, prema stepenu istraženosti utvrđene rezerve uglja razvstane su u A, B i C_1 kategoriju. U pitanju su rezerve uglja sa šest produktivnih polja, od kojih su dva eksploataciona (Tamnava-Zapadno Polje i Polje Veliki Crljeni). U ovom radu biće dat akcenat i na izraženu slojevitost pojedinih ležišta, a samim tim i na pojave uglja različitog kvaliteta, čija racionalna eksploatacija podrazumeva selektivno otkopavanje, uvođenje procesa homogenizacije i upravljanje kvalitetom uglja za potrebe termoelektrana.

Ključne reči: zapadni deo Kolubarskog basena, rezerve uglja, raslojavanje, varijacije kvaliteta uglja.

Abstract

From the aspect of sedimentology, the western part of Kolubara basin is a moderate synclinal. The fact that its coaly matter underwent a tectonic activity and erosion process in the later stage had as a consequence reduced thickness both of complex coal series and coal seams and an intensive stratification. The

[1] Mr Miodrag Kezović, dipl. inž. geol., PD RB Kolubara d.o.o. - Lazarevac

categories of coal reserves in thus defined area classified according to the exploration level include A, B and C_1. The subject reserves refer to six active fields, two of which are minable (Tamnava-West Field and the field Veliki Crljeni). This paper points to considerable stratification in certain deposits and therefore to fluctuations in quality of the coal that requires introduction of selective mining, homogenization process and coal quality management for coal used in thermal power plants.

Key words: western part of Kolubara basin, coal reserves, stratification, coal quality fluctuations.

1. UVOD

Na osnovu opšte prihvaćene podele Kolubarski basen je podeljen na istočni i zapadni deo (granica je tok reke Kolubare). U zapadnom delu basena izdvojena su četiri ugljonosna polja (*Tamnava-Istok, Tamnava-Zapad, Radljevo* i *Zvizdar*).

Međutim, kompleksnim geološkim sagledavanjem (sedimentološke, tektonske, geomorfološke i druge karakteristike) i analizom morfoloških karakteristika ugljenih slojeva i njihove korelacije utvrđeno je da je ugljonosna serija nastala u južnom i severnom delu, tako da je primerenija podela basena na *južni* i *severni* deo.

Imajući u vidu navedeno, u radu će biti prikazana dva načina tretiranja ukupnih istraženih rezervi zapadnog dela Kolubarskog basena. Prvi način će sagledati stanje ukupnih rezervi zapadnog dela basena uključujući i polja *D, G* i *Veliki Crljeni (pripadaju severnom sedimentacionom prostoru)*. Ovo razmatranje posebno ima smisla kada su u pitanju polje *Veliki Crljeni* i polje *G*. Ugalj (dobrih kvalitativnih svojstava) sa polja *Veliki Crljeni* se od početka eksploatacije meša sa ugljem *Tamnave-Zapad* i kao takav ide put TE Nikola Tesla B u Obrenovcu. Ista situacija će biti i sa ugljem koji se bude otkopavao na prostoru polja *G*. Drugi prikaz se odnosi na stanje ukupnih rezervi zapadnog dela basena (*Tamnava-Zapad, Radljevo* i *Zvizdar*) po zvaničnoj podeli.

2. STANJE REZERVI UGLJA ZAPADNOG DELA KOLUBARSKOG BASENA

2.1. Rezultati dosadašnjih istraživanja

Prvi podaci o starosti i pojavi uglja na ovom području nalaze se u radovima, počev od 1893. godine. To su uglavnom pregledni radovi i imaju istorijski karakter. Značajnije regionalne radove ovih prostora dali su P. Stevanović (1951), I. Filipović (1973 i 1978) i M. Marović i I. Đoković (1988). Ti radovi su omogućili pravilnije sagledavanje geološke građe i tektonike terena.

U studiji: *Donji pliocen Srbije i susednih oblasti* P. Stevanović (1951) je dao detaljne podatke o ugljonosnosti ovog dela basena. Studija je propraćena prvom geološkom kartom 1:100 000. Autor je između ostalog prikazao stratigrafske odnose i dao detaljne podatke o facijalnim, biostratigrafskim i tektonskim karakteristikama pontijskih naslaga Kolubarskog basena [7].

Na osnovu prospekcijskih istraživanja u 1959. godini, te detaljnih i sistematskih istraživanja u 1960. godini po prvi put je utvrđeno da se u zapadnom delu Kolubarskog basena nalazi debela ugljonosna serija.

Koristeći rezultate geoloških istraživanja iz 1959/60. godine, urađena je geološka karta produktivnog dela Kolubarskog basena u razmeri 1:50 000, koja je poslužila za dalja projektovanja geoloških istraživanja.

Na listovima OGK 1:100.000 i njihovim tumačima Vladimirci (Filipović i dr., 1973) i Obrenovac (Filipović i dr., 1978) dat je znatan doprinos geološkom poznavanju ovog prostora. Rezultati su dobijeni detaljnim regionalno-geološkim istraživanjima i rešavanjem biostratigrafske problematike.

M. Petrović, M. Eremija & O. Spajić (1987) su u okviru *Biostratigrafsko-paleogeografske studije neogena Kolubarskog ugljonosnog basena i bliže okoline* izvršili proučavanje makrofaune za utvrđivanje starosti ugljenih slojeva i pratećih sedimenata.

Neogeni sedimenti Kolubarskog basena bili su i predmet proučavanja (neo)tektonike, gde je definisan karakter i intenzitet neotektonskih pokreta ove oblasti (Marović & Đoković, 1988).

N. Pantić & P. Nikolić (1973) su u udžbeniku UGALJ izvršili sistematizaciju velikog broja podataka i dali jedan zaista kvalitetan prikaz o nastanku ugljeva, karakteristikama ugljonosnih sedimenata i ugljenih slojeva, pa sve do analize ležišta uglja.

Maksimović B. i dr. (1993) su u studiji *Korelacija i sinhronizacija litostratigrafskih odnosa i strukturno-tektonski sklop Kolubarskog basena*, su analizirali sastav i osobine ugljonosnih sedimenata i slojeva uglja.

M. Kezović (2003) je u svom magistarskom radu: *Tektonska aktivnost i ugljonosnost Kolubarsko-tamnavskog basena* na jedan celovit način prikazao geološke karakterisike zapadnog dela Kolubarskog basena.

Na osnovu geoloških istraživanja iz različitih perioda, počev od 60-tih godina prošlog pa sve do danas, urađeni su brojni Elaborati i Izveštaji o rezervama i kvalitetu lignita u Kolubarskom basenu, koji predstavljaju stručnu i fondovsku dokumentaciju RB Kolubara [11].

2.2. Metode istraživanja

U cilju definisanja geoloških i eksploatacionih rezervi uglja zapadnog dela Kolubarskog basena primenjene su sledeće metode istraživanja:

Osnovno i detaljno geološko kartiranje predstavlja rešavanje problema starosti, sastava, tektonike i istorijskog razvoja geoloških tvorevina neke oblasti [1].

Biostratigrafska metoda na osnovu rezultata proučavanja makro i mikrofaune i flore je izuzetna za utvrđivanje starosti ugljenih slojeva, pratećih sedimenata i definisanje ležišta uglja.

Sedimentološkom analizom utvrđene su zakonitosti nagomilavanja, smenjivanja i rasprostranjenja organske/ugljevite materije i pratećih sedimentnih naslaga. Kada se litološki rezultati upotpune sa biostratigrafskim metodom mogu se dosta dobro rekonstruisati paleogeografski uslovi proučavanog terena.

Strukturno-facijalna metoda podrazumeva proučavanje facijalnih osobina ugljenih slojeva i pratećih sedimentnih tvorevina pri čemu se uzimaju u obzir (neo)tektonska zbivanja kako iz vremena njihovog postanka, tako i u toku kasnije geološke istorije. Primena ove metode omogućava analizu litostratigrafskih odnosa tvorevina u vremenu njihovog stvaranja i veoma je značajna za jasno definisanje geološke građe. Strukturna analiza se zasniva na bazi detaljnog geološkog kartiranja i terenskih proučavanja (morfološka tektonika).

Prilikom analize ležišta složenog ugljenog sloja primenjene su sledeće terenske i kabinetske metode istraživanja:

Istražno bušenje predstavlja pogodan način dopune i provere ranijih geoloških istraživanja. Bušenje projektovanih bušotina se izvodi metodom rotacionog mašinskog bušenja sržnim cevima (po potrebi i duplim sržnim cevima). Produkt bušenja je jezgro koje se po redosledu bušenja čisti, pakuje i čuva u drvenim sanducima, obeležava, fotografiše, a potom detaljno kartira. Solidan uvid u litološku raznovrsnost Kolubarsko-tamnavskog basena je postignut i na osnovu stratigrafske analize važnijih/dubokih istražnih bušotina. O značaju rezultata istražnog bušenja, pogotovo na prostoru produktivnog dela basena, ne treba ni govoriti kada se ima u vidu da je izbušeno par hiljada bušotina.

Geološko kartiranje terena. Ovaj metodološki postupak je u velikoj meri doprineo dopunjavanju baze podataka na istražnom prostoru. Naime, u fazi terenskih istraživanja predmetno područje je zahvaćeno, jednim delom, rudarskim radovima što je omogućilo geološko kartiranje etaža i precizno definisanje kontakta litoloških članova. Geodetskim snimanjem kartiranih reprezentativnih tačaka dobijena je kvalitetnija baza geoloških podataka.

Nakon prikupljanja novodobijenih rezultata terenskih radova i njihove sinteze sa postojećom geološkom dokumentacijom vrši se proračun rezervi složenog ugljenog sloja.

Metode proračuna rezervi uglja. Imajući u vidu geološke karakteristike ležišta, primenjeni sistem istraživanja i sistem postojeće i buduće eksploatacije, za proračun rezervi uglja kao osnovna metoda primenjuje se metoda paralelnih vertikalnih profila, a kao kontrolna, metoda geoloških blokova.

Proračun rezervi se radi u skladu sa **Pravilnikom o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima** (Sl. list SFRJ 53/79), kao i sa drugim važećim propisima.

2.3. Primena metoda istraživanja

Na osnovu podataka dobijenih sveobuhvatnim osnovnim i detaljnim geološkim istraživanjima, rezultatima istražnog bušenja, geološkim kartiranjem terena i primenom metoda proračuna rezervi složenog ugljenog sloja može se konstatovati sledeće:

Geografski položaj. Kolubarski produktivni basen obuhvata oko 600 km^2 površine. Ugalj za eksploataciju zahvata oko 167 km^2 ili oko 28% površine basena. Na poljima *A* i *Tamnava-Istok* je završena eksploatacija, a trenutno su aktivna četiri površinska kopa: *Polje B* i *C*, *Polje D*, *Tamnava-Zapadno Polje* i P*olje Veliki Crljeni* (Slika 1).

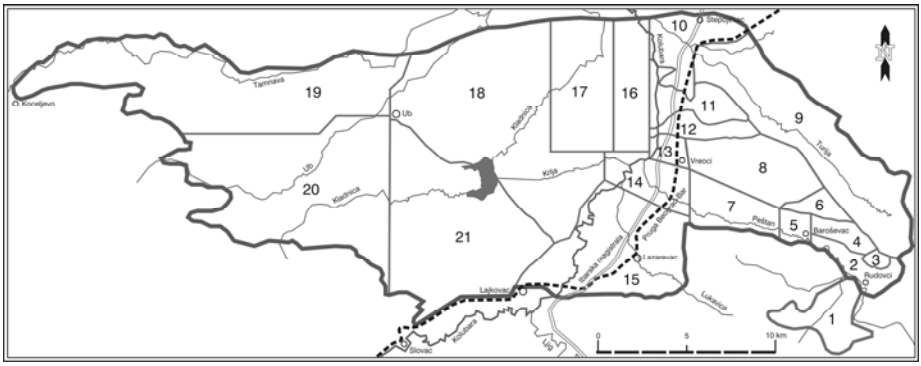
Bez obzira na geološku povezanost pojedinih delova basen je teritorijalno podeljen rekom Kolubarom u dve krupne celine: istočni deo i zapadni deo.

Istočni deo basena je prostor između reke Turije, Kolubare i Peštana i u njemu je izdvojeno 9 ugljonosnih i 5 bezugljonosnih polja. Ugljonosna polja su: *A, B i C, D, E, F, G, Veliki Crljeni* i *Šopić-Lazarevac.* Bezugljonosna polja su: *Rudovci, Baroševac, Turija, Volujak-Vreoci* i *Stepojevac*.

Zapadni deo basena obuhvata prostor između reka Kolubare na istoku i Tamnave i Uba na severozapadu. U ovom delu basena izdvojena su četiri ugljonosna polja (*Tamnava-Istok, Tamnava-Zapad, Radljevo* i *Zvizdar*) i dva bezugljonosna polja (*Ruklade* i *Trlić*).

Geomorfološke karakteristike. Sa geomorfološkog stanovišta prostor Kolubarskog basena pripada blago zatalasanom, odnosno ravničarskom terenu.

Hidrografske i klimatske karakteristike. Osnovu hidrografske mreže čini reka Kolubara sa svojim pritokama. Njenom dolinom basen je široko otvoren prema Savi. Šire područje Kolubarskog basena odlikuje se umereno kontinentalnom klimom.



Slika 1. Pregledna karta Kolubarskog ugljonosnog basena

Legenda: 1. Polje Kruševica, 2. Polje Rudovci, 3. Polje A, 4. Polje B, 5. Polje C, 6. Polje Baroševac, 7. Polje E, 8. Polje D, 9. Polje Turija, 10. Polje Stepojevac, 11. Polje Veliki Crljeni, 12. Polje Volujak-Vreoci, 13. Polje G, 14. Polje F, 15. Polje Šopić-Lazarevac, 16. Polje Tamnava-Istok, 17. Polje Tamnava-Zapad, 18. Polje Radljevo, 19. Polje Trlić, 20. Polje Zvizdar, 21. Polje Ruklade.

Geologija basena. Kolubarski basen izgrađen je od paleozojskih, mezozojskih, neogenih i kvartarnih tvorevina. **Paleozojske (Pz)** metamorfne stene su ustanovljene u južnom, jugozapadnom i jugoistočnom delu terena (čine direktnu podlogu produktivnim gornjepontskim naslagama). **Mezozojske (Mz)** sedimentne naslage su trijaske starosti, a prisutne su i magmatske stene (vulkaniti) u gornjokrednim sedimentima, posebno u jugoistočnim delovima basena. **Neogene tvorevine (Ng)** imaju najveće rasprostranjenje i litološku raznovrsnost. Neogen čine sedimenti donjeg, srednjeg (baden, sarmat) i gornjeg (panon, pont) miocena. **Pontski kat - M_3^2 (donji - $^1M_3^2$ i gornji - $^2M_3^2$)** ima najveće rasprostranjenje na prostoru Kolubarskog basena i predstavljen je peskovito-glinovitim sedimentima. Reč je o seriji laporovitih i alevritskih glina, alevrita i ređe zaglinjenih peskova u donjem pontu i peskova, alevrita, glina i ***ugljene serije*** u gornjem pontu.

Ugljena serija. U okviru Kolubarskog basena konstatovano je različito prisustvo ugljenih slojeva (kompaktnost, raslojavanje, broj slojeva, njegove kvalitativne osobine itd.) kao delova složene ugljene serije. Razlozi za to su direktno uslovljeni morfostrukturnim izgledom podine ugljene serije (nasleđeni paleoreljef) i dejstvom erozije.

U istočnom delu basena idući od nekadašnjeg polja *A* na istoku pa do *Polja F*, prisutna su dva ugljena sloja koja se pružaju u kontinuitetu. U pravcu juga i *Polja F* su izdiferencirana tri ugljena sloja složene građe. Idući na sever pod dejstvom tektonsko-erozionog faktora konstatovan je jedan složeni

ugljeni sloj koji na severu isklinjava, a na zapadu se snažno raslojava uz promenu strukturnih odnosa.

U zapadnom delu basena na nekadašnjem polju *Tamnava-Istok* bio je prisutan kompaktan ugljeni sloj, smanjene debljine usled erozije, ispoljena je i tektonska aktivnost (Volujački horst - sterilna zona) koja je izazvala intenzivno raslojavanje u pravcu jugozapada. Ovaj trend ima regionalni karakter (prisutan na svim poljima zapadnog dela basena).

Kvartarne tvorevine (Q). Akumulacije kvartarnih tvorevina su vezane za rečne doline, gde se pojavljuju u vidu aluvijalnih nanosa (al), rečnih terasa (t) i deluvijalno-proluvijalnih naslaga (d+pr).

Stepen istraženosti. Na osnovu, pre svega, podataka dobijenih istražnim bušenjem (preko 8.000 istražnih bušotina) po odgovarajućoj mreži istražene geološke rezerve uglja su oko 2,75 milijardi tona.

Ukupne istražene rezerve uglja A+B+C_1 kategorije sa pokazateljima kvaliteta dati su u Tabeli 1 i na pratećem grafikonu (Slika 2.).

Tabela 1. Istražene rezerve uglja A+B+C_1 kategorije

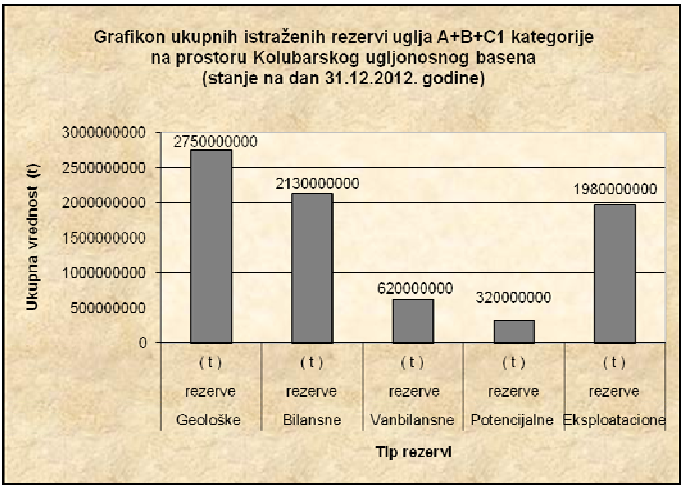
Geološke, bilansne, eksploatacione, vanbilansne i potencijalne rezerve, (S*tanje na dan 31. 12. 2012. godine*)					Kvalitet geoloških i bilansnih rezervi uglja		
	Geološke rezerve (miliona t)	Bilansne rezerve (miliona t)	Vanbilansne rezerve (miliona t)	Eksploataci-one rezerve (miliona t)	Pepeo (A) (%)	Vlaga (W) (%)	DTE (kJ/kg)
UKUPNO	2.750.000	2.130.000	620.000	1.980.000	17,00	46,00	7.500
	POTENCIJALNE REZERVE UGLJA $C_2 + D_1 + D_2$ KATEGORIJE						
UKUPNO	320.000						

Podaci su preuzeti iz Knjige rezervi mineralnih sirovina (stanje na dan 31.12.2012. godine)/modifikovano.

Geološke karakteristike zapadnog (severnog) dela Kolubarskog basena

Zapadni (severni) deo produktivnog basena predstavlja blagu sinklinalu sa središtem na prostoru ležišta *Tamnava- Istok*. Na geološku građu ovog područja presudno je uticala morfologija nasleđenog paleoreljefa. Za razliku od južnog depozicionog prostora (taloženje gornjepontskih sedimenata je bilo direktno preko paleozojsko-mezozojske osnove) ovde je prisutno kompletno razviće neogenih naslaga. U kasnijoj fazi pod uticajem tektonske aktivnosti i erozije došlo je do znatnog smanjenja debljine složene ugljene serije, redukcije broja ugljenih slojeva i intenzivnog raslojavanja. To je prouzrokovalo smanjenje kalorične vrednosti uglja.

Napomena: U cilju poboljšanja kalorične moći uglja zapadnog dela basena, kroz proces homogenizacije, razmotrene su rezerve i kvalitet uglja na poljima: *Veliki Crljeni i G.*



Slika 2. Ukupne istražene rezerve uglja A+B+C_1 kategorije kolubarskog basena

2.4. Prikaz rezultata istraživanja

Biostratigrafske karakteristike. Gornjopontska starost jasno je određena nalaskom ostrakodskih asocijacija i makrofaune mekušaca (M. Petrović i dr., 1987.). Tako se od ostrakoda izdvajaju: *Candona alta* (Zal.), *Candona hastata* Krst., *Bucunella dorsoarcuata* (Zal.), *Cyprideis triangulata* Krst., a u okviru makrofaune mekušaca: *Budmania sp.*, *Congeria rhomboidea* Hoern., *Limnocardium zagrabiensis, Limnocardium apertum* Munst., *Limnocardium mayeri* Hoern. Fauna mekušaca ukazuje na romboidea slojeve sa *Congeria rhomboidea* i predstavlja najizrazitiju kaspibrakičnu faciju.

Sedimentološke i tektonske karakteristike. Složena ugljonosna serija je stvorena u dva sedimentaciona prostora (**severni** i **južni**), koji su međusobno razdvojeni Medoševačkom dislokacijom.

Severni sedimentacioni prostor je predstavljen prisustvom glavnog (složenog) ugljenog sloja.

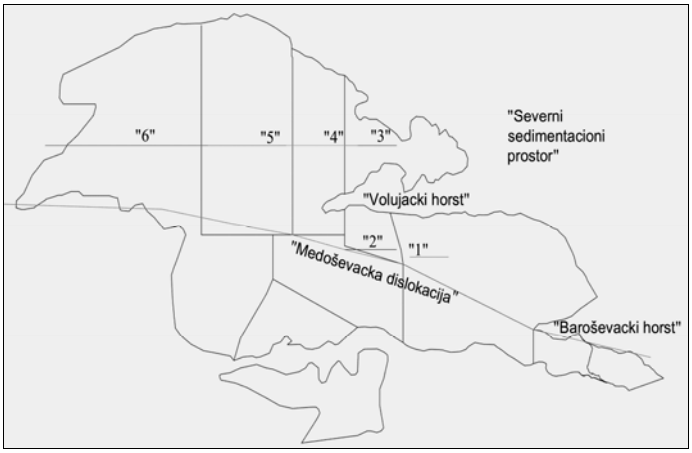
Analizom sinsedimentacione tektonske aktivnosti jasno je utvrđeno da se severni sedimentacioni prostor odlikovao relativno ujednačenim paleoreljefom.

Morfološke karakteristike ugljenih slojeva. U okviru produktivnog basena zapaža se različito ponašanje ugljenih slojeva, sa aspekta njihove kompaktnosti i raslojavanja:

- Južna granica severnog depozicionog prostora je Medoševački rased, duž koga je došlo do fleksurnog povijanja ugljene serije ka jugu, što je uslovilo redukciju ugljonosnog horizonta (znatno smanjenje debljine)

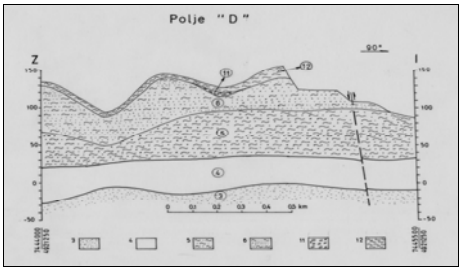
i redukciju ugljenih slojeva (od tri na jedan ugljeni sloj). Severni deo basena ukazuje na različite geološke karakteristike u svom istočnom i zapadnom delu (Slika 3 i 4);

- U severoistočnom delu basena konstatovano je prisustvo prostog, homogenog, neporemećenog, pretežno horizontalnog ugljenog sloja postojane debljine - *Polje D* i *G,* koji je delimično redukovan erozijom - *Polje Veliki Crljeni*. Diferencijalni pokreti su doveli do stvaranja blokovske građe sa jalovim horstovima (volujački i baroševački).
- U severozapadnom delu basena izraženo je prisustvo složenog ugljenog sloja razvijenog u blagoj sinklinali, koji je erodovan i *snažno se raslojava u pravcu zapada i juga - Tamnava-Zapadno Polje, Polje Radljevo i Polje Zvizdar*. Na osnovu neotektonskih istraživanja definisan neotektonski aktivan prostor je nosilac značajnih rezervi uglja (kladnički rov). Pretpostavljeni su rasedi i složene rasedne zone vezane za tok reke Kladnice i utvrđeno je prisustvo većih pukotina i pukotinskih sistema različite orijentacije. Usled tektonskih oblikovanja formirane su i naborne strukture (tipa antiformi i sinformi).

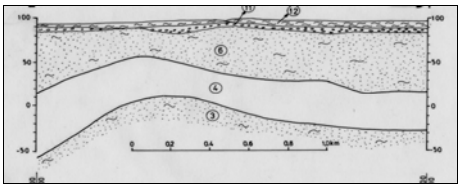


Slika 3. Prostorni položaj geoloških profila

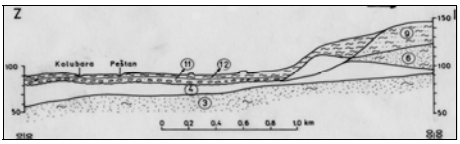
Stanje rezervi uglja na istražnom prostoru. Prema stepenu istraženosti utvrđene rezerve uglja na istražnom području su razvrstane u A, B i C_1 kategoriju. Bilansne i ekploatacione rezerve su utvrđene u *Elaboratima o rezervama uglja* i *Dugoročnim programima eksploatacije uglja*. Stanje rezervi uglja je promenljiva kategorija, podleže stalnom praćenju i ažuriranju saglasno eksploataciji uglja i pratećih mineralnih sirovina. Na kraju svake godine radi se **Knjiga rezervi mineralnih sirovina** u kojoj su prikazuju podaci o nalazištu, vrstama mineralnih sirovina, istražnom prostoru, rezervama i kvalitetu uglja po ležištima. Prikaz geoloških i eksploatacionih rezervi uglja na istražnom prostoru je dat koristeći se pomenutim podacima.



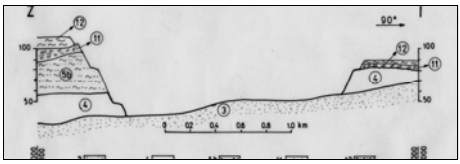
Geološki profil polja D (Shema 1)



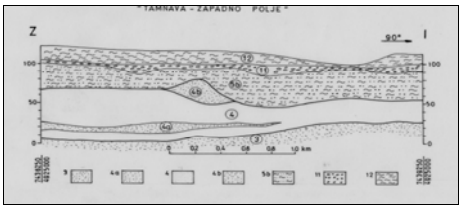
Geološki profil polja G (Shema 2)



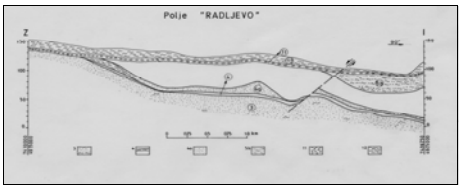
Geološki profil polja Veliki Crljeni (Shema 3)



Geološki profil Tamnava-Istočno polje (Shema 4)



Geološki profil Tamnava-Zapadno polje (Shema 5)



Geološki profil polja Radljevo (Shema 6)

LEGENDA: 3. PESAK kvarcni, sitnozrn do srednjozrn, sivoplave do smeđe boje 4. **UGALJ** ksilitni, drvenast sa proslojcima amorfnog uglja, ugljevite gline i sitnozrnog peska **(glavni ugljeni sloj)** 4a. PESAK kvarcni, sitnozrn do srednjozrn, međuslojni 4b. PESAK kvarcni, sitnozrn do srednjozrn, gornjepontski 5. GLINA peskovita sa proslojcima prašinastog peska, sivoplave do sivozelene boje 5b. ALEVRIT, peskovito-glinovito-prašinasti sediment 6. PESAK sitnozrn do prašinast, delimično zaglinjen, sive do sivozelenkaste boje 9. GLINA peskovita, mestimično plastična sa proslojcima sitnozrnog peska, žutosive do smeđe boje 11. ŠLJUNAK krupnozrn do sitnozrn, mestimično zaglinjen sa prelaskom iz terasnog u aluvijalni, sive do žutosmeđe boje 12. GLINA kvartarna, aluvijalna, sa oolitima i skramama Fe i Mn i konkrecijama $CaCO_3$, mrkožute do žutosmeđe boje.

Slika 4. Geološki profili složenog ugljenog sloja severnog dela Kolubarskog basena

U zapadnom delu basena razmatrana su dva scenarija prikazana u okviru Tabele 2 i na pratećim grafikonima, (Slika 5). Prvi scenario razmatra tretiranje ukupnih istraženih rezervi zapadnog (severnog) dela basena, uključujući i polja *D, G* i *Veliki Crljeni*. Drugi scenario se odnosi na stanje ukupnih rezervi zapadnog dela basena. Eksploatacija uglja na poljima *G, Radljevo-sever* i *Zvizdar* još nije započela.

Eksploatacija uglja na PK Tamnava-Istočno Polje je završena. Od 1977-79 do kraja eksploatacije, ukupna ostvarena proizvodnja otkrivke je iznosila 237.450.604 m^3 i 235.426.078 t uglja.

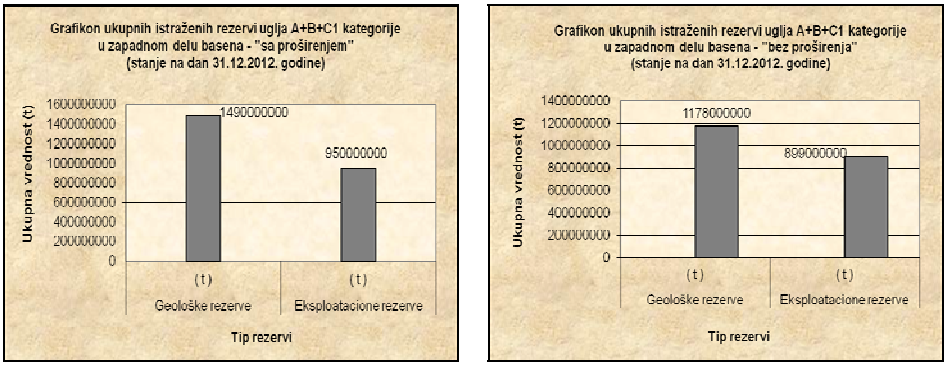
Godišnja ostvarena proizvodnja uglja (kraj 2012. godine) na:

- PK Veliki Crljeni je bila oko 5.450.000 t uglja; i
- PK Tamnava-Zapadno Polje je oko 13.000.000 t uglja.

Tabela 2. Geološke i eksploatacione rezerve uglja u istražnom delu basena sa stanjem 31.12.2012. god.

Stanje rezervi po poljima	Kategorija RR	Geološke rezerve (t)	Eksploatacione Rezerve (t)
Polje D	$B+C_1$	140000000	3000000
Polje G	A+B	102000000	36000000
Polje V. Crljeni	$A+C_1$	70000000	12000000
Tamnava-Istok	A+B	23000000	4000000
Tamnava-Zapad	$A+B+C_1$	420000000	315000000
Radljevo-Sever	$B+C_1$	470000000	360000000
Zvizdar	$B+C_1$	265000000	220000000
UKUPNO	Sva polja	1.490.000.000	950.000.000
	Polja Z dela	1.178.000.000	899.000.000

Napomena: *Od ukupnih geoloških rezervi na prostoru polja Tamnava-Istok ostalo je oko 4200000 t uglja bilansnih, 18800000 t uglja vanbilansnih rezervi, tako da su eksploatacione rezerve 4000000 t uglja (eksploatacioni gubici = 5%).*



a) zapadni deo basena sa proširenjem b) zapdni deo basena bez proširenja

Slika 5. Grafikon ukupnih istraženih rezervi: a) Zapadni deo basena sa proširenjem i b) Zapadni deo basena bez proširenja

Kvalitet uglja. Parametri kvaliteta uglja razmatrani su za zapadni deo basena i po poljima (Tabela 3 i prateći grafikon, Slika 6). U sastavu tabele pod nazivom UKUPNO dobijene su srednje vrednosti parametara kvaliteta uglja za tri različita slučaja:

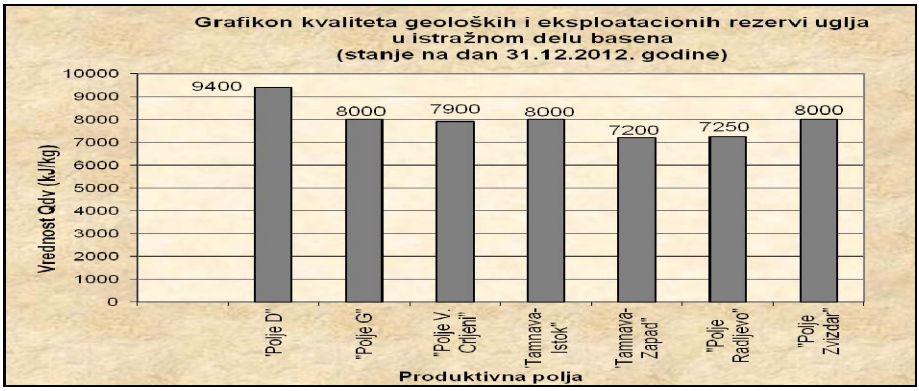
1. Slučaj podrazumeva dobijanje ukupnih vrednosti 6 polja (izuzeto je polje *D*), najviša vrednost Qdv = 7725 kJ/kg;

2. U drugom slučaju su dobijene ukupne vrednosti za četiri polja zapadnog dela basena, niža vrednost Qdv = 7613 kJ/kg; i
3. U trećem slučaju su dobijene ukupne vrednosti za tri polja zapadnog dela basena (izuzeto je polje *Tamnava-Istok* jer je eksploatacija uglja završena), najniža vrednost Qdv = 7483 kJ/kg.

Na osnovu svega navedenog sledi zaključak da se ugalj zapadnog dela Kolubarskog basena mora mešati ugljem sa drugih polja u cilju dobijanja potrebnog/zahtevanog kvaliteta. Ovde se posebno misli na ležišta *Tamnava-Zapad* i *Radljevo* koja imaju najlošije kvalitativne osobine uglja, a sa druge strane predstavljaju ležišta koja imaju najveće geološke i eksploatacione rezerve uglja (vidi Tabelu 2).

Tabela 3. Kvalitet geoloških i eksploatacionih rezervi uglja zapadnog dela Kolubarskog basena

Naziv ležišta		Pepeo (A) (%)	Vlaga (W) (%)	Qdv (kJ/kg)
Polje D		14,15	45,00	9400
Polje G		14,28	47,43	8000
Polje V. Crljeni		*12,54*	*51,00*	*7900*
Tamnava-Istočno Polje		16,55	46,69	8000
Tamnava-Zapadno Polje		*17,92*	*47,17*	*7200*
Polje Radljevo		16,35	49,34	7250
Polje Zvizdar		18,65	44,4	8000
UKUPNO	1.	16,05	47,67	7725
	2.	17,37	46,90	7613
	3.	17,64	46,97	7483



Slika 6. Grafikan kvaliteta geoloških i eksploatabilnih rezervi uglja u istraženom delu basena

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu datog prikaza jasno se dolazi do zaključka da su na prostoru zapadnog dela Kolubarskog basena najznačajnija ležišta *Tamnava-Zapad* i *Radljevo.* Od ukupnih geoloških i eksploatacionih rezervi uglja na predmetnom području, oko 75% rezervi uglja se nalazi na ova dva ležišta. Reč je o ležištima koja se odlikuju vrlo *izraženim raslojavanjem* (u pravcu zapada i juga) i *relativno nepovoljnim kvalitativnim karakteristikama složene ugljene serije*.

Na prostoru ležišta *Tamnava-Zapad* izvršena je detaljna analiza geološke građe po sektorima za preostali deo ležišta, a posebno za deo koji je u zadnjih nekoliko godina bio predmet značajnih geoloških istraživanja. Istražni radovi su vršeni za potrebe eksploatacionih istraživanja i homogenizacije uglja. Na osnovu svih prikupljenih podataka može se zaključiti da:

- će se eksploatacija uglja saglasno napredovanju rudarskih radova odvijati u sve složenijim geološkim uslovima;
- su vrlo izražene i oštre promene parametara kvaliteta uglja na kratkim rastojanjima, usled povećanog prisustva kvarcnih peskova, ugljevitih i sivozelenih glina;
- prvi ugljeni sloj, kao nosilac ugljonosnosti, ima nepovoljne parametre kvaliteta uglja i da će se taj negativni trend održati do kraja njegovog veka eksploatacije;
- će otkopavanje prvog ugljenog sloja neminovno zahtevati selektivnu eksploataciju, homogenizaciju i upravljanje kvalitetom uglja; i
- su na istražnom prostoru prisutne značajne rezerve niskokaloričnog uglja, posebno u okviru prvog ugljenog sloja. Da situacija bude dodatno otežana reč je o sloju koji sadrži značajne rezerve uglja, dok drugi ugljeni sloj ima najpovoljnije parametre kvaliteta uglja, ali i najmanje rezerve.

Imajući u vidu činjenicu da je u okviru Kolubarskog ugljonosnog basena ležište *Radljevo* definisano kao najraslojenije, treba imati na umu razvijanje takvog sistema eksploatacije koji će omogućiti najracionalnije iskorišćavanje ležišta i plasman uglja zahtevanog kvaliteta put termoelektrana.

I na kraju, ležište je nepromenljiva kategorija. Uspešna eksploatacija uglja, kao vrlo složen proces, mora podrazumevati:

- Dobro poznavanje geoloških karakteristika i rezervi uglja u ležištima (primena kompleksnih geoloških istraživanja) kao osnov za unapređenje tehnike i tehnologije u eksploataciji ove strateške mineralne sirovine;

- Primenu savremenih informacionih sistema, proces modeliranja i razvoj odgovarajućih softvera;
- *Selektivnu eksploataciju, homogenizaciju i upravljanje kvalitetom uglja* (isporuka uglja zahtevanog/ujednačenog kvaliteta termoelektranama); i
- Obezbeđivanje svih tipova zaštite i rekultivaciju degradiranih površina, saglasno važećoj zakonskoj regulativi.

„Ne razmišljaj o onome što nemaš.
Razmišljaj šta možeš učiniti sa onim što imaš.“
E. Hemingvej

LITERATURA

1. Dimitrijević, M. D.: *Geološko kartiranje*. BIGZ, str. 1-486, Beograd, 1978.
2. Đoković, I., Marović, M., Knežević, V.: *Sklop i neotektonska aktivnost područja*
3. *Kolubarsko-tamnavskog basena*, Geol. an. Balk. pol., knj. 52, str. 191-202, Beograd, 1988.
4. Kezović, M.: *Tektonska aktivnost i ugljonosnost Kolubarsko-tamnavskog basena*, magistarska teza, RGF, str. 73, Beograd (nepublikovano), 2003.
5. Maksimović B. i dr.: *Korelacija i sinhronizacija litostratigrafskih odnosa i strukturno-tektonski sklop Kolubarskog basena*, Geološki zavod GEMINI, knj. 1, Beograd, 1993.
6. Pantić, N. i Nikolić, P.: *UGALJ*, (udžbenik) str. 562, Naučna knjiga, Beograd, 1973.
7. Petrović, M., Eremija, M. i Spajić, O.: *Biostratigrafsko-paleogeografska studija neogena Kolubarskog ugljonosnog basena i bliže okoline*, Fond stručne dokumentacije REIK Kolubara, str. 257, Lazarevac, 1987.
8. Stevanović, P.: *Donji pliocen Srbije i susednih oblasti*, Posebna izdanja SANU, str. 1-187, Geološki institut, knj. 2, Beograd, 1951.
9. Stojaković, R.: Kolubarski ugljonosni basen - Knjiga rezervi mineralnih sirovina sa stanjem na dan 31.12.2012. godine, Baroševac 2013.
10. Stručna i fondovska dokumentacija RB Kolubara.

UGALJ KOLUBARSKOG BASENA

THE COAL OF KOLUBARA BASIN

Kezović M.[1]

Apstrakt

Eksploatacija uglja u Kolubarskom basenu je oko 30 miliona tona, što predstavlja gotovo 75% ukupne proizvodnje u Srbiji, od čega se 90% koristi za proizvodnju električne energije u termoelektranama Kolubara, Nikola Tesla i Morava. Na taj način se dobija oko 17 milijardi kWh ili 52% ukupno proizvedene električne energije u Srbiji. Sve navedeno govori o velikom značaju Kolubarskog uglja za Elektroenergetski sistem Srbije. Imajući to u vidu ovaj rad ima za cilj da sa stanovišta geološke nauke i struke što bolje prikaže paleogeografske uslove, sedimentacione uslove, proces stvaranja uglja, njegove petrografske karakteristike, mogućnosti primene itd., i na taj način doprinese najracionalnijem iskorišćavanju ove korisne mineralne sirovine.

Ključne reči: ugalj Kolubarskog basena, geološke karakteristike ugljevite materije, racionalno iskorišćavanje.

Abstract

Kolubara coal basin participates with almost 75% in the total Serbia coal production with its 30 million tons of annually produced coal, of which 90% is used for electricity generation in thermal power plants of Kolubara, Nikola Tesla and Morava. The electricity produced this way amounts to 17 billion kWh or 52% of totally produced electricity in Serbia. That speaks volumes on the importance of Kolubara coal for the electric power system of Serbia. Bearing this in mind, this paper, through application of Geology science and a

[1] Mr Miodrag Kezović, dipl. inž. geol., PD RB Kolubara d.o.o. - Lazarevac

professional approach, aims to better represent paleographic and sedimentation conditions, the coal formation process and its petrographic properties, possibilities of use etc., thus contributing in the quest for the most rational use of this beneficial mineral resource.

Key words: Kolubara coal basin, geological properties of coaly matter, rational use.

1. UVOD

Na prostoru Srbije postoje značajna nalazišta uglja. Za uspešan razvoj ugljarske privrede sredinom prošlog veka počela je da se izučava posebna naučna disciplina pod nazivom *Nauka o ugljevima*.

Saglasno sa programom navedene naučne discipline ugalj Kolubarskog basena je posmatran kao rezultat složenih prirodnih procesa, počev od stvaranja povoljnih paleogeografsko-sedimentoloških uslova, klimatskih uslova za razvoj bujne vegetacije u određenom geološkom periodu, preko biohemijskih i geohemijskih izmena organske materije, sve do sadašnjeg stanja uglja u ležištu. Tako „lična karta“ Kolubarskog uglja sadrži informacije o genezi uglja, sastavu i osobinama stvaranja ugljonosnih sedimenata, slojeva uglja i na kraju o ležištu uglja.

2. KARAKTERISTIKE UGLJA KOLUBARSKOG BASENA

2.1 Rezultati dosadašnjih istraživanja

Ugalj Kolubarskog basena je proučavan od strane mnogih istraživača i publikovan u velikom broju radova, sastavni je deo udžbenika, monografija, studija, izveštaja i druge stručne dokumentacije.

U svom radu: *Donjepliocenska močvarna vegetacija Kolubarskog zaliva i geneza ugljenog sloja*, N. Pantić, M. Ercegovac & V. Pantić (1967) su dali vrlo jasan prikaz uslova za nastanak mekih mrkih ugljeva ugljeva na prostoru Kolubarskog basena.

N. Pantić & P. Nikolić (1973) su u udžbeniku UGALJ pojasnili genezu uglja, njegov sastav i osobine, ugljonosne sedimente, slojeve uglja i na kraju definisali ležišta uglja (među kojima je i Kolubarski basen).

M. Petrović, M. Eremija & O. Spajić (1987) su u okviru *Biostratigrafsko-paleogeografske studije neogena Kolubarskog ugljonosnog basena i bliže okoline* izvršili paleogeografsku rekonstrukciju istražnog prostora, gde su vrlo jasno prikazani i paleogeografski uslovi u pontskom katu, kada je nastao ugalj Kolubarskog basena.

M. Ercegovac (1987-88) je na jedan sveobuhvatan način analizirao kvalitet uglja Kolubarskog basena: *Studija petrografskog sastava i kvaliteta uglja Kolubarskog ugljonosnog basena*.

M. Ercegovac, & D. Pulejković (1991) su definisali petrografski sastav i stepen karbonifikacije uglja iz Kolubarskog basena.

Maksimović B. i dr. (1993) su u studiji *Korelacija i sinhronizacija litostratigrafskih odnosa i strukturno-tektonski sklop Kolubarskog basena*, dali obilje informacija o sastavu i osobinama stvaranja ugljonosnih sedimenata i slojeva uglja.

P. Nikolić, & D. Dimitrijević (1996) su u monografiji *Međusobna uslovljenost razvoja energetike i potencijalnosti mrkog uglja u Srbiji* ukazali na činjenicu da će se ugalj još dugo vremena koristiti kao osnovni sirovinski izvor za energetske potrebe. U monografiji je dat prikaz mogućnosti šireg korišćenja uglja kroz procese prerade i oplemenjivanja, kao i prikaz svih ležišta uglja (gde značajno mesto zauzima Kolubarski basen) na koja ugljarska privreda Srbije može i mora da se oslanja.

U monografiji *Sirovinski potencijali i mogući razvoj ugljarstva Srbije* P. Nikolić & R. Pantić (1997) su na osnovu Strategije dugoročnog razvoja energetike Srbije poseban značaj dali prikazu kvaliteta ugljeva Srbije, gde je detaljno obrađen Kolubarski produktivni basen.

M. Kezović (2003) je u svom magistarskom radu: *Tektonska aktivnost i ugljonosnost Kolubarsko-tamnavskog basena* izvršio analizu svih prikupljenih podataka i dao prikaz geoloških karakteristika složene ugljonosne serije Kolubarskog basena.

Na osnovu geoloških istraživanja iz različitih perioda, počev od 60-tih godina prošlog pa sve do sredine 2013. godine, urađeni su brojni Elaborati i Izveštaji o rezervama i kvalitetu lignita u Kolubarskom basenu, koji predstavljaju stručnu i fondovsku dokumentaciju RB Kolubara [10].

2.2. Metode istraživanja

Prilikom proučavanja uglja utvrđena je njegova geneza, njegov sastav, hemijska i fizička svojstva, uslovi pod kojima se ugalj menjao, njegovo definisanje u ležištu, način eksploatacije, kao i postupci oplemenjivanja i prerade.

Za definisanje uglja Kolubarskog basena korišćene su različite metode istraživanja, t.j. ova korisna sedimentna stena prikazana je sa više aspekata:

Paleobotanička istraživanja omogućavaju utvrđivanje vrste vegetacije, sagledavanje zbivanja i promene u vegetaciji, kao i smenjivanje različitih fitofacija od kojih direktno zavisi kvalitet uglja u ležištu.

Mikropaleontološka metoda istraživanja spore i polena - *Palinološka metoda* omogućava definisanje uglja u ležištu i identifikaciju ugljenih slojeva. Paleobotanička istraživanja mikro i makrofaune i flore omogućavaju određivanje starosti produktivnog basena, kao i ugljenih slojeva.

Petrografskim istraživanjima definisan je ugalj kao sedimentna stena (izvršena podela uglja na litotipove i macerale, data su pojašnjenja u vezi postanka ugljenog ležišta i identifikacije ugljenih slojeva, kao i informacije za preradu i oplemenjivanje uglja).

Biostratigrafska metoda na osnovu rezultata proučavanja makro i mikrofaune i flore je značajna za utvrđivanje starosti ugljenih slojeva, pratećih sedimenata i definisanje ležišta uglja.

Sedimentološkom analizom utvrđene su zakonitosti nagomilavanja, smenjivanja i rasprostranjenja organske/ugljevite materije i pratećih sedimentnih naslaga. Kada se litološki rezultati upotpune sa biostratigrafskim metodom mogu se dobro rekonstruisati paleogeografski uslovi proučavanog terena.

Strukturno-facijalna metoda podrazumeva proučavanje facijalnih osobina ugljenih slojeva i pratećih sedimentnih tvorevina pri čemu se uzimaju u obzir (neo)tektonska zbivanja kako iz vremena njihovog postanka, tako i u toku kasnije geološke istorije. Ova metoda je neophodna pri paleogeografkoj rekonstrukciji jer jasno sagledava uzajamnu povezanost između tektonskih i sedimentacionih procesa. Primena ove metode omogućava analizu litostratigrafskih odnosa tvorevina u vremenu njihovog stvaranja i veoma je značajna za jasno definisanje geološke građe.

Paleogeografska analiza podrazumeva proučavanje osobina stena koje ukazuju na određene fizičko-geografske prilike iz vremena njihovog postanka. Uz pomoć fizičko-geografskih osobina vrši se paleogeografska rekonstrukcija svih tipova predela stena.

Geološkim kartiranjem etaža, istražnim bušenjem i razvojem rudarskih radova utvrđuju se sve osobine složene ugljonosne serije (prostiranje, nagib, dubina, t.j. tačan položaj ugljenih slojeva), kao i kvalitet uglja i mogućnost njegove racionalne eksploatacije (RUDNIČKA GEOLOGIJA).

Hemijskim istraživanjima uglja utvrđuje se hemijski sastav (elementarna i tehnička analiza), kao i hemijske osobine uglja u cilju njegovog oplemenjivanja (briketiranje, koksovanje, gasifikacija i dr.)

2.3. Primena metoda istraživanja

Analiza podataka dobijenih primenom navedenih metoda istraživanja omogućila je kompleksno sagledavanje ugljevite materije Kolubarskog basena.

Za proces preobražaja organske materije u ugalj, moraju se ispuniti četiri uslova: 1) klimatsko-vegetacioni uslovi; 2) prisustvo matične (organske) materije; 3) odgovarajuća sedimentaciona sredina i 4) biološko-geohemijski uslovi.

Klimatsko-vegetacioni uslovi. Geneza uglja je kompleksan problem i podrazumeva sagledavanje celokupnog puta kroz koji je prošla biljna materija da bi od nje nastao ugalj.

Ugalj je fitogenog porekla, postao od specijalne grupe biljaka koje čine vegetaciju močvara. Razvoj bujne močvarne vegetacije stoji u direktnoj vezi sa klimom, odnosno periodima tople i vlažne klime.

Za postanak močvare bili su značajni procesi zaravnjivanja dna zaliva. Zaravnjivanje je obezbedila sedimentacija u prethodnim stratigrafskim odeljcima (baden, sarmat, panon i donji pont). Zaravnjivanje se odnosi na severni sedimentacioni pojas čiji je paleoreljef za 400 m niži od južnog pojasa. Ovakav izgled paleoreljefa je bio direktno uslovljen uticajem Medoševačke dislokacije. Močvara je subtropskog tipa vezana za terene koji su plavljeni isključivo slatkom vodom.

Prisustvo matične (organske) materije. U okviru nastale močvare mogu se izdvojiti sledeće fitofacije koje su dale organsku materiju za formiranje tresetnih naslaga:

1. **Zona zeljaste vegetacije** (ritska zona) sa: pojasom submerznih biljaka koje su **ukorenjene (*Myriophyllum* i dr.), pojasom flotantnih biljaka sa plivajućim** listovima (polenova zrna) lokvanja - *Nymphacaceae* i dr.; i pojasom emerznih biljaka (trske - *Phragmites* i trave).

Ovaj materijal je sitnozrn, izgrađuje zemljaste horizonte i svetlije je boje. Zeljasti delovi su bogati celulozom koja se razlaže dajući humusni detritus.

2. **Šumska močvarna zona** sa dominacijom krupnih stabala *Taxodium*-a, predstavlja najvažniji deo močvare. Ona proizvodi ogromnu količinu drvenaste materije (ksilinit) koja daje najkvalitetnije delove ugljenog sloja. To su obično deblji horizonti ugljenog sloja, pretežno mrke boje. Pored toga u kolubarskom basenu je značajno prisustvo grančica *Glyptrostobus*-a (mestimično su čitavi proslojci sastavljeni od njih).

S obzirom da je u pitanju organska materija drvenastog porekla (uglavnom četinari) može se konstatovati da ova zona daje glavnu masu huminiziranog i gelificiranog drvenastog tkiva (ksilitski litotipovi).

KSILIT je litotip koji se deli na različite tipove:

- ***strukturni ksilit***, svetlo-žute do braon boje sa očuvanom vegetalnom strukturom koji po drobljenju daje kratke-iveraste komade (dominira iverast prelom). Ovaj tip ksilita se javlja između 40-55% u odnosu na ukupan ksilit.

- ***bezstrukturni ksilit***, tamno braon boje, lomi se na komade nepravilnog preloma i oštrih ivica. Udeo ovog tipa ksilita je između 20-25%.

- ***vlaknasti (faser) ksilit***, svetlo-žute i sive boje sa vlaknastom strukturom, veoma krt. Njegov udeo se kreće između 5-25%.

3. **Zona žbunova** čini prelaz od šuma sa visokim nivoom vode ka suvljim šumama i predstavljena je cvetnicama (rodovi: *Myrica* i *Cyrilla*) i papratima (rod *Polypodium*). Sastavni deo ove zone je i zeleno žbunje, familije *Sapotaceae* i *Magnoliaceae*. Takođe je značajno prisustvo i kamforovog drveta (*Liquidambar*).

Ova zona močvare daje ugalj sastavljen obično od krupnijeg detritusa.

Sedimentaciona sredina. Sa sedimentološkog stanovišta na prostoru kolubarskog ugljonosnog basena mogu se izdvojiti dva pojasa razvića: severni i južni. Ova dva pojasa su razdvojena krupnom regionalnom dislokacijom pravca pružanja istok-zapad (Medoševačka dislokacija).

U južnom pojasu sedimentacija je počela u gornjem pontu usled migracije sedimentacionog basena prema jugu i transgresivna je preko paleozojsko-mezozojske podloge. Severni pojas se odlikuje sedimentacijom koja teče kontinuirano preko panon-donjeg ponta. Ovakva slika sedimentacionog razvoja kolubarskog basena je u vezi sa neotektonskim kretanjima i ingresijom Paratetisa ka jugu.

Biološko-geohemijski uslovi. Prisutna močvarna vegetacija podleže stalnim procesima izumiranja, nagomilava se tokom vremena i sa svojim specifičnim sastavom ulazi u proces stvaranja uglja podležući različitim transformacijama. Biljni materijal je sastavljen od većeg broja hemijskih elemenata i to u prvom redu: C, H, O i N, i u manjoj meri P, Ca, S, F i Mg. Ti hemijski elementi se grupišu gradeći specifična hemijska jedinjenja koja se po pravilu sastoje od C, H, O ređe i N. Najvažnije organske materije koje ulaze u sastav biljaka su**:** *celuloza, hemiceluloza, lignin, belančevine, masti, voskovi, smole, kutin, sporopolenin i suberin***.**

Proces postanka uglja. Izmena organske materije i njeno pretvaranje u treset i meke mrke ugljeve dešava se u specifičnim fizičko-geografskim sredinama i to pod dejstvom bioloških, fizičko-hemijskih i geoloških faktora. Postupak izmene organske materije vrši se preko dve faze: pripremne i faze ugljenifikacije.

Pripremna faza (faza humifikacije) obuhvata akumulaciju biljnog materijala, njegovu izmenu i pretvaranje u treset pod dejstvom mikrobioloških faktora.

Faza ugljenifikacije obuhvata procese kojima se treset transformiše u meke mrke ugljeve. Ovaj proces se ogleda u fizičko-hemijskim promenama izumrle materije, pri čemu na račun ostalih elemenata (posebno O) raste sadržaj C u uglju. Biohemijski procesi zajedno sa mikrobiološkim procesima

razlaganja organske materije (čine proces složene prirode - humifikaciju) traju dok se treset ne prekrije neorganskim sedimentima. Tada se aktiviraju fizičko-hemijski procesi u toku kojih se organska materija progresivno obogaćuje C, a osiromašuje O (proces pretvaranja treseta u ugalj).

Petrografski sastav uglja. Petrografski sastav ugljene supstance Kolubarskog basena definisan je analizom macerala i minerala (Ercegovac, M., 1987-88). Analiza je izvršena za kompletnu produktivnu seriju, tako da se jasno izdvajaju sličnosti i razlike u petrografskom sastavu između ugljenih slojeva.

Ugljenu supstancu izgrađuju macerali: tekstinit (20,6%), ulminit (17,0%), atrinit (8%) i gelinit (8,5%), kao i macerali liptinitske i inertinitske grupe sa nešto manjim sadržajem (<2%).

Srednji sadržaj **ksilita** je **33%**. Zastupljeni su celulozom siromašan ksilit (**XA = 17%**), celulozom bogat ksilit (**XR = 6%**) i gelificiran ksilit (**XV = 10%**).

Položaj i karakteristike ugljonosnih naslaga u litostratigrafskim okvirima. Položaj i karakteristike uglja su u direktnoj vezi sa razvićem gornjepontskih i kvartarnih tvorevina, s tim što su gornjepontske naslage nosilac ugljonosnih sedimenata. Rasprostranjene su na čitavom prostoru Kolubarskog basena. Na prostoru kolubarskog ugljonosnog basena markantnom medoševačkom dislokacijom jasno se izdvajaju dve depozicione sredine u vremenu taloženja gornjepontskih tvorevina.

U južnom delu basena položaj i karakteristike pojava uglja u gornjepontskim naslagama se razmatra kroz podinski odeljak, ugljonosnu seriju i povlatni odeljak. Podinski odeljak čine gline, šljunkovi i dobro sortirani peskovi. Maksimalna debljina je konstatovana na prostoru polja F. Ugljonosna serija ima blag pad ka severu do markantnog raseda, saglasno morfologiji nasleđenog paleoreljefa. Tako, debljina ukupnog uglja raste od polja B do polja F. Povlatni odeljak čine peskovi, šljunkovi, peskovite gline i alevriti.

Kao što je poznato južni deo produktivnog basena predstavlja asimetričnu sinklinalu izduženu pravcem istok-zapad.

U severnom delu Kolubarskog ugljonosnog prostora se jasno mogu izdvojiti podinski odeljak, ugljonosna serija i povlatni odeljak. **Podinski odeljak** je sastavljen od prašinastih, sitnozrnih i srednjozrnih peskova, glina, peskovitih glina i sitnozrnih šljunkova. **Ugljonosna serija** je predstavljena jednim složenim ugljenim slojem. **Povlatni odeljak** čine peskovi, peskovite gline, ilovača i šljunkovi, kao i aluvijalni i terasni i peskoviti šljunkovi.

Severni deo produktivnog basena takođe predstavlja sinklinalu, sa središtem na polju *Tamnava-Istok*, i manje izraženim visinskim razlikama u odnosu na sinklinalu južnog dela basena. Debljina kvartarnih naslaga se povećava u

pravcu zapada, kao i intenzivna raslojenost ugljonosne serije. Polje *Zvizdar* i polje *Radljevo* predstavljaju najlabilnije delove močvare koji su bili podvrgnuti čestim sedimentacionim šokovima (prinos neorganske materije) iz pravca JZ.

Karakteristike ugljonosnih facija. Na prostoru Kolubarskog basena severni pojas zahvata centralne delove Kolubarskog basena. Karakteriše ga razviće neogenog kompleksa debljine preko 800 m, predstavljeno badenom, sarmatom, panonom, donjim i gornjim pontom. Ugljonosni gornji pont je predstavljen jasno izdvojenim litofacijalnim jedinicama: podinska klastična jedinica, ugljonosna jedinica i povlatna klastična jedinica.

U okviru južnog pojasa registruje se maksimalno formiranje ugljonosnih naslaga, posebno u područjima oko reke Kolubare, gde su sačuvani i povlatni klastiti koji su očuvali od razaranja ugljonosne naslage. Prema jugozapadnom obodu basena zapaža se tendencija raslojavanja i isklinjavanja.

Karakteristike ugljenih slojeva Na osnovu prikupljenih podataka zaključuje se da ukupna debljina, broj ugljenih slojeva i dubina do njihove podine u južnom delu basena rastu idući od I ka Z i od J ka S, zaključno sa poljem *F*. Takođe se povećavaju vrednosti debljina ugljonosne serije (50 do > 200 m) i njihove dubine do podine (50 do > 300 m) u istom pravcu.

Maksimalne vrednosti vrednosti debljine ugljenog sloja, dubine do njegove podine, kao i debljine ugljonosne serije i dubine do njene podine u okviru severnog dela produktivnog basena se smanjuju od I ka Z i rastu od severa ka jugu pod uticajem erozije i raslojavanja.

Korelacija ugljenih slojeva. Južni deo basena predstavlja najdublje delove ležišta i u njemu je očuvan kompletan ugljonosni horizont. U asimetričnoj sinklinali pravca pružanja istok-zapad, na prostoru polja *A, B, C* i *E* su razvijena dva ugljena sloja (jedinstven podinski i povlatni sloj). Idući u pravcu zapada, na prostoru polja F, pojavljuje se i treći ugljeni sloj koji predstavlja donju granu složenog podinskog ugljenog sloja. Donja grana ugljenog sloja se u pravcu juga uzdiže i isklinjava (južni deo polja *Šopić-Lazarevac*).

U pravcu severa, duž medoševačkog raseda, konstatovana je redukcija ugljonosnog horizonta (5-6 puta) i ugljenih slojeva (sa tri na jedan složeni ugljeni sloj i umanjena debljina uglja 3-4 puta).

Ugljeni sloj severnog dela basena je najstariji, o čemu svedoči kontinuirana sedimentacija, i dovodi se u vezu sa podinskim slojem južnog dela basena.

Taj ugljeni sloj predstavlja glavni sloj koji je nastao spajanjem donje i gornje grane južno od raseda, dok je povlatni sloj erodovan.

Uloga tektonskog faktora u generisanju i deformacijama ugljonosnih naslaga**.** *U periodu relativnog mirovanja, za vreme gornjeg ponta, došlo je do stvaranja debelih naslaga uglja. Tada je veći deo sedimentacionog prostora bio denivelisan, o čemu svedoči gotovo horizontalno pružanje ili blag pad (1-5°) ugljonosne serije. Pad ugljonosne serije je znatno veći uz same rasedne strukture, i do 45°. U mlađoj etapi neotektonskog stadijuma (od kraja ponta do danas) karakteristični su diferencijalni pokreti sa dominacijom izdizanja (obodne i basenske horstovske strukture) i laganih spuštanja (donji deo sliva Beljanice i Kolubare). Diferencijalni pokreti su doveli do nabiranja ugljonosne serije u vidu plitkih i asimetričnih antiklinala i sinklinala pravca pružanja ZSZ-IJI, posebno u istočnom delu basena, i do stvaranja blokovske građe sa jalovim horstovima (volujački i baroševački) i tektonskim rovom dužine preko 9,5 km.*

2.4. Prikaz rezultata istraživanja

Paleogeografska evolucija proučavanog prostora u pontu je imala baruštinsko-morski karakter. Tada je Kolubarski basen predstavljao morfodepresiju, odnosno zonu intenzivnog tonjenja o čemu svedoče naslage velikih debljina.

Geneza uglja. U okviru Kolubarskog zaliva, za vreme gornjeg ponta pod uticajem tople i vlažne klime razvila se bujna močvarna vegetacija na površini od oko 530 km^2 (Slika 1).

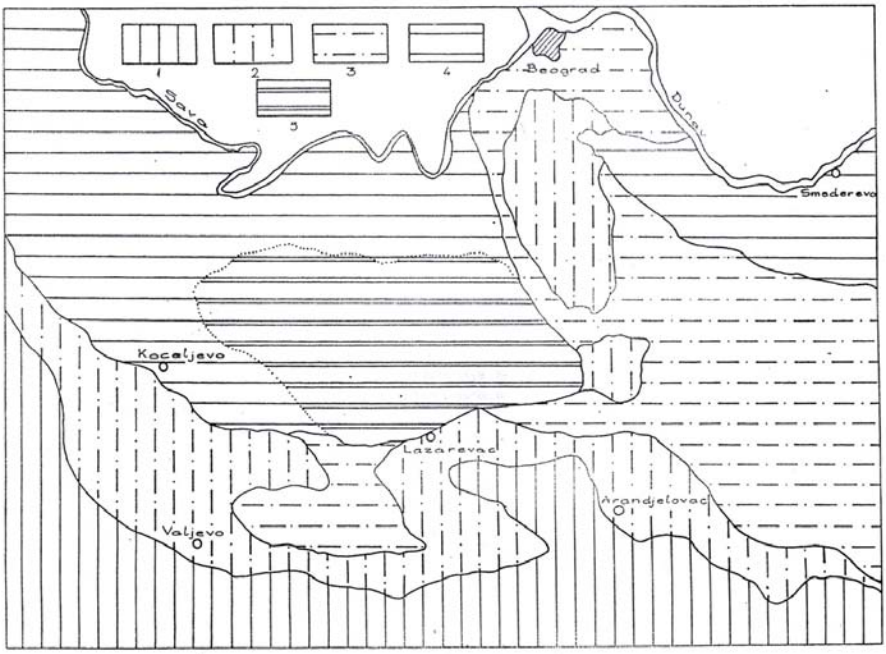
Od formirane močvarne vegetacije za nastanak ugljeva Kolubarskog basena najznačajnija je šumska močvarna zona sa dominacijom krupnih stabala *Taxodium*-a i *Nyssa* - pregusta četinarska šuma (Slika 2).

Prilikom stvaranja ugljonosne serije Kolubarskog basena, preobražaj organske materije je kroz dve složene faze (pripremna faza i faza ugljenifikacije) dostigao stadijum mekih mrkih ugljeva - MMU (lignita). U pitanju su humusni ugljevi niskog i neujednačenog stepena karbonifikacije sa dobro očuvanom drvenastom strukturom (lignino-celulozna materija viših biljaka).

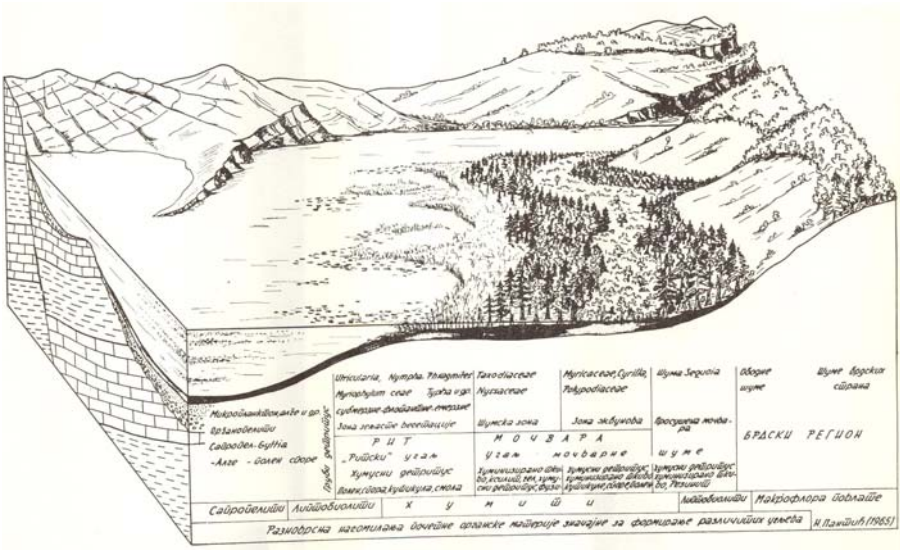
Petrografki sastav uglja Kolubarskog basena je definisan učešćem macerala huminitske grupe (54,1%), macerala liptinitske i inertinitske grupe (<2%), minerala gline (37-43,7%) i pirita (0,6-1,2%). Kolubarski ugalj se sastoji od ksilita, odnosno ksilitskih litotipova (strukturni ksilit, bezstrukturni ksilit i vlaknasti/faser ksilit) i zemljastog, barskog uglja.

Fizičke osobine. Ksilitni ugalj je kompaktan do iverast, a barski ugalj je zemljast. Mrke su boje, elastični i slabo drobljivi.

Hemijske osobine. Na osnovu podataka tehničke analize srednji sadržaj vlage je preko 45%, pepela > 17%, sumpora oko 0,5%, a donja kalorična vrednost je oko 7500 kJ/kg.



Slika 1. Paleogeografska skica istražnog područja u pontu:
1. planinsko kopno; 2. brdsko kopno; 3. ravničarsko kopno; 4. more i 5. močvara.



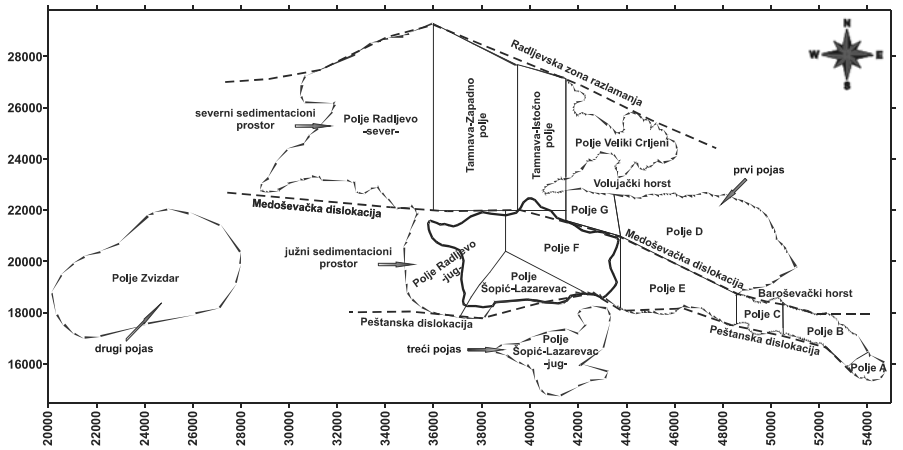
Slika 2. Shematski prikaz močvarne vegetacije i izgled predela iz doba ponta (po N. Pantiću, 1965).

Položaj i karakteristike ugljonosnih naslaga u litostratigrafskim okvirima. Stvaranje ugljonosne serije je obavljeno za vreme gornjeg ponta u dve različite depozicione sredine, u južnom i severnom delu basena (Slika 3). Ugljonosni gornji pont sadrži podinski odeljak, ugljonosnu jedinicu i povlatni odeljak i u južnom delu basena leži preko paleozojsko-mezozojske osnove, a u severnom delu preko donjeg ponta, panona, sarmata i badena.

Karakteristike ugljonosnih facija. Na prostoru Kolubarskog basena izdvajaju se dva pojasa razvića neogenih naslaga koji pokazuju izvesne razlike u razviću ugljonosnih facija.

Severni pojas. *Podinsku klastičnu jedinicu* čine, idući odozgo naniže, prašinasti, sitnozrni do srednjezrni peskovi, gline, peskovite gline i sitnozrni šljunkovi. *Ugljonosna jedinicu* čini jedan složeni sloj (glavni sloj) sa glinom i peskom kao jalovinom. *Povlatnu klastičnu jedinicu* čine peskovi, peskovite gline, ilovača i šljunkovi.

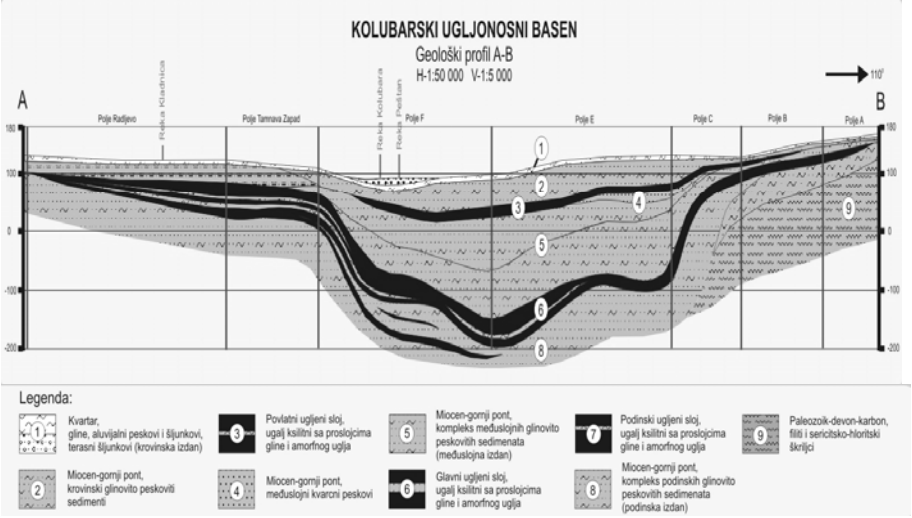
Južni pojas. *Podinska klastična jedinica* je sastavljena iz dve zone: 1. donjom zonom grubih klastita i 2. zonom pontijskih peskova. *Ugljonosna jedinica* se odlikuje razvićem dva do tri ugljena sloja. *Povlatna klastična jedinica* je izgrađena od peskova, šljunkova, peskovite gline i alevrita.



Slika 3. Pregledna karta prostiranja gornjepontske ugljonosne serije po poljima

Karakteristike ugljenih slojeva. U južnom delu basena ugljonosna serija ima blag pad prema severu, pri čemu raste ukupna debljina uglja od polja *B* (24-36 m) do polja *F* (38-87 m). Ugljeni slojevi su razdvojeni glinovito-peskovito-šljunkovitim naslagama i njihov broj (2-3) upućuje na nekoliko sukcesija tresetne faze. U severnom delu basena debljina složenog ugljenog sloja je najveća na polju *D*, opada pod uticajem erozije (polje *Tamnava-Istok* i polje *Veliki Crljeni*) i raslojavanja (polje *Tamnava-Zapad* i polje *Radljevo*).

Korelacija ugljenih slojeva. U južnom delu produktivnog basena (od polja *A* do polja *F*) izdvojena dva ugljena sloja koja se pružaju u kontinuitetu, na polju *F* su prisutna tri ugljena sloja, a u severnom delu basena (polje *D, G, Tamnava-Istok* i *Tamnava-Zapad*) jedan ugljeni sloj koji se intenzivno raslojava u pravcu zapada i severozapada (Slika 4).

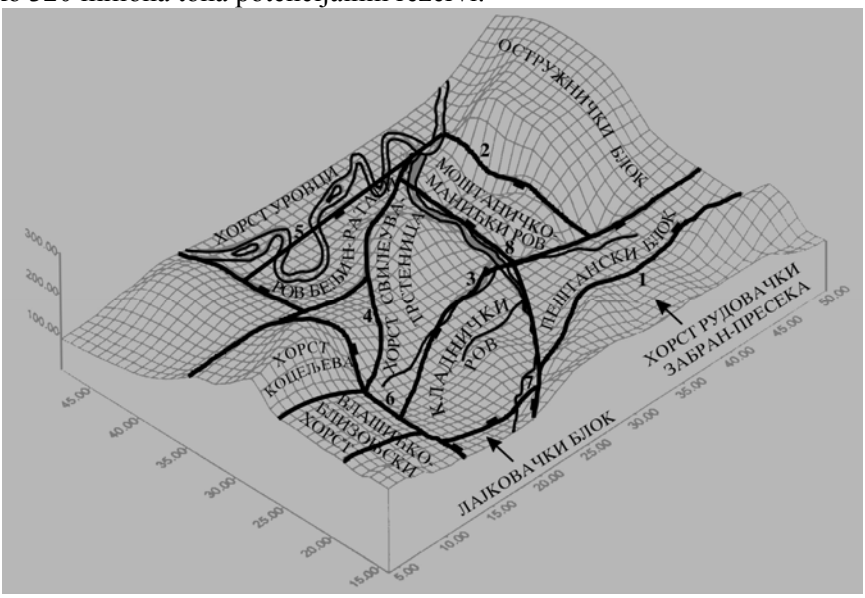


Slika 4. Instruktivni geološki profil ugljonosne serije Kolubarskog basena

Uloga tektonskog faktora. Na strukturni izgled Kolubarskog basena uticali su: paleoreljef i tektonski odnosi u njegovoj podlozi (rasedi pravca pružanja I-Z i SZ-JI), predneotektonska faza oblikovanja (diferencijalnim pokretima stvorene depresije) i **neotektonska faza oblikovanja** (diferencijalnim pokretima stvorena blokovsko-rovovska struktura). Na osnovu neotektonskih istraživanja Kolubarskog basena (Slika 5) izdvojene su obodne i basenske strukture. Neotektonske celine su među sobom razdvojene rasedima. Najmarkantnije razlomne strukture su radljevska i peštanska. Njima je definisan neotektonski aktivan prostor nosilac značajnih rezervi uglja (kladnički rov, peštanski i lajkovački blok).

Upotrebljivost uglja. Na osnovu kvalitativnih svojstava ugalj Kolubarskog basena, pored sagorevanja u termoelektranama i korišćenja za široku potrošnju može se u procesima prerade i oplemenjivanja koristiti za dobijanje produkata veće toplotne vrednosti. Sušenjem ugljena materija smanjuje vlagu, čime se značajno povećava kalorična vrednost uglja. Ispitivanja su pokazala da se Kolubarski ugalj može koristiti za: dobijanje polukoksa, mešavinu u proizvodnji koksa (kao punilo), proizvodnju bezdimnog goriva, proizvodnju energetskog gasa (proces gasifikacije), dobijanje briketa iz sušenog uglja i dr.

Proizvodnja i rezerve uglja. Osnovni vid eksploatacije uglja čini površinsko otkopavanje sa različitim produktivnim kapacitetima u okviru četiri aktivna površinska kopa. Rezerve uglja u basenu (stanje kraj 2012.) utvrđene su u iznosu oko 2,1 milijardi tona bilansnih kategorija $A+B+C_1$ i oko 320 miliona tona potencijalnih rezervi.



Slika 5. Blok dijagram savremenog reljefa Kolubarsko-tamnavskog basena sa prikazom graničnih rupturnih struktura, obodnih i basenskih neotektonskih celina

Legenda: 1. peštanska dislokacija, 2. barička-šljivovička dislokacija, 3. radljevska rasedna zona, 4. drenski rased, 5. obrenovački rased; 6. dubravski rased, 7. ćelijski rased, 8. vrelski rased.

3. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu dug i složen proces stvaranja uglja, kao i činjenicu da je u pitanju neobnovljiv prirodni resurs, dobro poznavanje geološke građe ležišta i racionalna eksploatacija uglja nameće se kao neminovnost. Eksploatacija uglja mora podrazumevati maksimalno iskorišćavanje ležišta, kroz proces homogenizacije.

Za pravilno sagledavanje geološke građe određenog prostora neophodno je primeniti kompleksna geološka istraživanja. Konkretno, mora se izvršiti geološko kartiranje terena, sagledati morfološke odlike složene ugljonosne serije, pristupiti istražnom bušenju i dr.

Posebnu pažnju treba pokloniti analizi otpadnih materijala koji nastaju u procesu prerade uglja, *ugljeva niske toplotne moći*, biomase i sagorivog industrijskog otpada, u cilju njihovog korišćenja kao potencijalnog goriva.

I na kraju treba intenzivirati ispitivanja koja će omogućiti efikasniju primenu uglja za dobijanje produkata veće toplotne vrednosti.

„Kad ugljen izgara onda on svijetli i žari onim istim svijetlom i toplinom, što je možda pred milijune godina od sunca na zemlju dolazilo te omogućilo rast i život ondašnjih biljaka, od kojih je ugljen nastao... Bilje se je sačuvalo u zemlji kao ugljen, a u ugljenu sačuvalo se je i sunčano svijetlo i toplina.“

M. Kišpatić - F. Tućan

„Unositi svetlost naučne istine u događaje prošlosti znači služiti sadašnjosti.“

I. Andrić

LITERATURA

1. Ercegovac, M.: *Studija petrografskog sastava i kvaliteta uglja Kolubarskog ugljonosnog basena*. Fond stručne dokumentacije REIK Kolubara, str. 143, Lazarevac, 1987-88.
2. Ercegovac, M. i Pulejković, D.,: *Petrografski sastav i stepen karbonifikacije uglja iz Kolubarskog basena.* Geol. an. Balk. pol., knj. 55, sv. 2, str. 223-239, Beograd, 1991.
3. Kezović, M.: *Tektonska aktivnost i ugljonosnost Kolubarsko-tamnavskog basena*. Magistarska teza, RGF, str. 73, Beograd. (nepublikovano), 2003.
4. Maksimović B. i dr.: *Korelacija i sinhronizacija litostratigrafskih odnosa i strukturno-tektonski sklop Kolubarskog basena*. Geološki zavod GEMINI, knj. 1, Beograd, 1993.
5. Pantić, N i Nikolić, P: *UGALJ*. (udžbenik) str. 562, Naučna knjiga, Beograd, 1973.
6. Pantić, N., Ercegovac, M. i Pantić, V: *Donjepliocenska močvarna vegetacija Kolubarskog zaliva i geneza ugljenog sloja*. Geol. an. Balk. pol., 33, str. 93-108, Beograd, 1967.
7. Petrović, M., Eremija, M. i Spajić, O: *Biostratigrafsko-paleogeografska studija neogena Kolubarskog ugljonosnog basena i bliže okoline*. Fond stručne dokumentacije REIK Kolubara, str. 257, Lazarevac, 1987.
8. Nikolić, P i Dimitrijević, D: *Međusobna uslovljenost razvoja energetike i potencijalnosti mrkog uglja u Srbiji*. Monografija, str. 1-232, RGF, Beograd, 1996.
9. Nikolić, P. i Pantić, R: Sirovinski potencijali i mogući razvoj ugljarstva Srbije. Monografija, str. 1-225, NAUKA, Beograd, 1997.
10. Stručna i fondovska dokumentacija RB Kolubara

O TRETMANU ULJNIH ŠEJLOVA U PREDLOŽENOJ NOVOJ ZAKONSKOJ REGULATIVI IZ OBLASTI GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA I RUDARSTVA U SRBIJI

ON THE TREATMENT OF OIL SHALES IN THE PROPOSED NEW LEGISLATION IN THE FIELD OF GEOLOGICAL EXPLORATION AND MINING IN SERBIA

Kostić A.[1], Ilić M.[2]

Apstrakt

U radu su razmotrene specifičnosti uljnih šejlova (u pogledu geoloških, rudarskih, tehnoloških, ekonomskih, ekoloških i drugih karakteristika, kao i u pogledu industrijske namene) i zaključeno je da one iziskuju poseban tretman ovih mineralnih sirovina u predloženoj novoj zakonskoj regulativi Srbije u oblasti geoloških istraživanja i rudarstva, baziranoj na odgovarajućim savremenim svetskim propisima i stndardima. Takav tretman je primenjen u dva predložena nova podzakonska akta postojećeg Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima (2011): Pravilniku o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji (2012) i Pravilniku o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama nafte, kondenzata i prirodnih gasova i njihovoj klasifikaciji (2013). Koji bi se od predloženih Pravilnika primenjivao zavisi od namene uljnih šejlova: prvonavedeni Pravilnik (2012) bi se primenjivao na uljne šejlove svih namena, a drugonavedeni Pravilnik (2013) bi se, pored obaveznog prvonavedenog, primenjivao samo na one uljne šejlove koji su namenjeni proizvodnji sintetičke nafte i gasa.

Ključne reči: uljni šejlovi, geološka istraživanja, zakonska regulativa

[1] Prof. dr Aleksandar Kostić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
[2] Prof. dr Miloje Ilić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

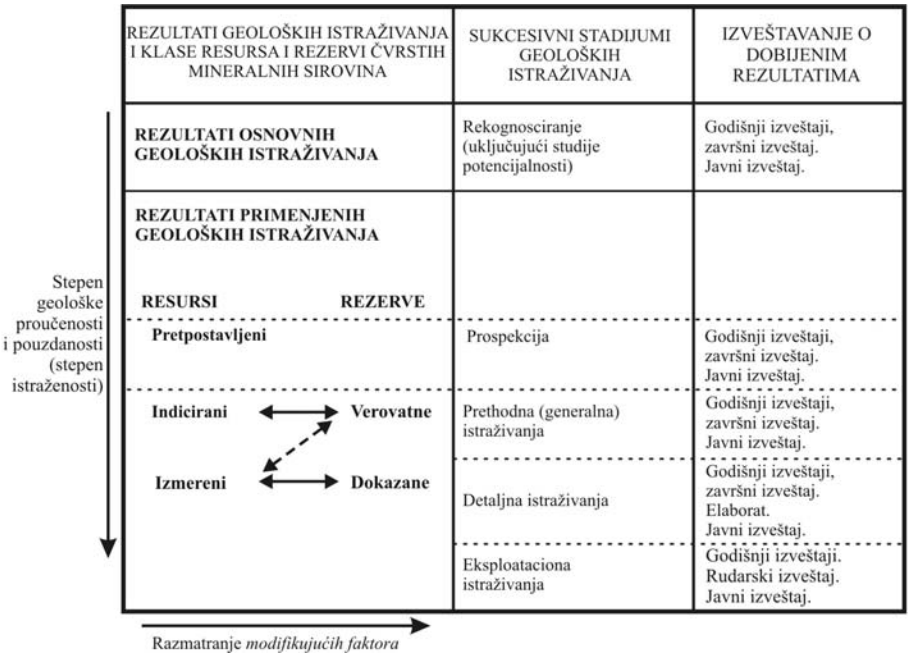
Abstract

The specific features of oil shale (regarding its geological, mining, technological, economic, ecological and other traits as well as its industrial utilization), considered in this paper, require its special treatment in Serbian legislation in the fields of geological exploration and mining, based on corresponding contemporary world regulations and standards. Such a treatment is applied in two proposed subsidiary acts of the current Mining and Geological Exploration Law (2011): Book of Rules for the Reports on the Results of Geological Exploration, on the Resources and Reserves of Solid Raw Materials and on Their Classification (2012) and Book of Rules for the Reports on the Results of Geological Exploration, on the Resources and Reserves of Oil, Condensates and Natural Gases and on Their Classification (2013). Which of the proposed Books of Rules should be applied depends on the use of an oil shale: the first Book of Rules (2012) should be applied to oil shale of any use, and the second Book of Rules (2013) should be applied, in addition to the first one, only to the oil shale used for the production of synthetic oil and gas.

Keywords: oil shale, geological exploration, legislation

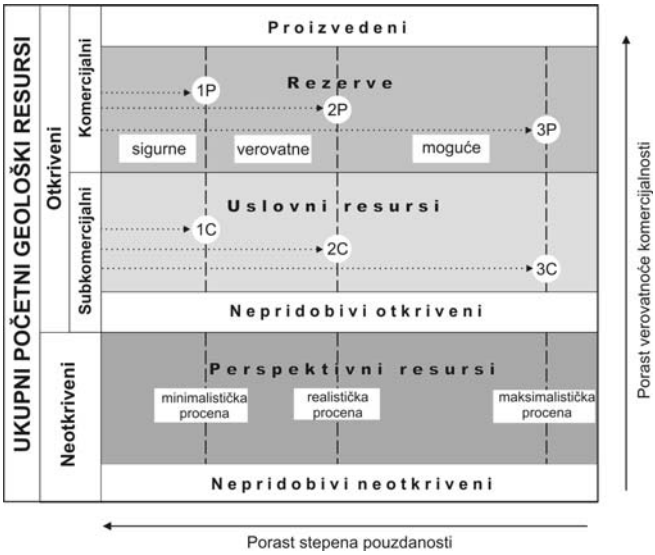
1. UVOD

Imajući u vidu činjenicu da je u Srbiji važeći *Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima* (donet još u bivšoj SFR Jugoslaviji, 1979), umnogome zastareo, prevaziđen i u neskladu sa savremenim svetskim propisima i standardima, Ilić i koautori (2012) su obrazložili neophodnost donošenja novog *Pravilnika o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resusima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji*, baziranog na *Panevropskom kodeksu za izveštavanje o rezultatima istraživanja, mineralnim resursima i rezervama (The Pan-European Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves – the PERC Code,* 2008*)*, donetom od stane *Panevropskog komiteta za izveštavnje o rezervama i resursima,* koji bi trebalo da zameni važeći *Pravilnik* (1979). Predlog takvog novog *Pravilnika*, u formi odgovarajućeg podzakonskog akta *Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima* (2011, čija je nova verzija u pripremi), sačinjen od tima stručnjaka sa Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, dostavljen je Ministarstvu za prirodne resurse, rudarstvo i prostorno planiranje 2012. godine. Ovaj predloženi *Pravilnik* (2012) se odnosi i na uljne šejlove, a u njemu data shema klasifikacije resursa i rezervi čvrstih mineralnih sirovina, prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Glavni elementi klasifikacije resursa i rezervi čvrstih mineralnih sirovina u Srbiji, date u predloženom novom Pravilniku (2012), baziranom na PERC kodeksu (2008) - Po Iliću i koautorima (2012).

Predlog novog, na savremenim svetskim propisima i standardima baziranog, *Pravilnika o izveštavanju o rezultatatima geoloških istaživanja, resursima i rezervama nafte, kondenzata i prirodnih gasova i njihovoj klasifikaciji* (2013), koji isto tako treba da zameni zastareo, prevaziđen i u neskladu sa pomenutim svetskim propisima i standardima kod nas važeći *Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi nafte, kondenzata i prirodnih gasova i vođenju evidencije o njima* (takođe donet u bivšoj SFR Jugoslaviji, 1987), sačinjen je od tima stručnjaka sa Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, uz konsultacije sa stručnjacima iz NIS-a. Isti je baziran na međunarodno opšteprihvaćenom *Sistemu upravljanja resursima nafte i gasa* (*Petroleum Resources Management System – PRMS,* 2007), podržanom od strane eminentnih svetskih udruženja (*SPE; AAPG; WPC; SPEE; SEG)* i dostavljen nadležnom Ministarstvu 2013. godine. Taj predloženi *Pravilnik* (2013) se odnosi i na sintetičku naftu i gas koji se mogu dobiti iz uljnih šejlova, a u njemu data shema klasifikacije resursa i rezervi nafte, kondenzata i prirodnih gasova, prikazana je na Slici 2.



Slika 2. Klasifikacija resursa i rezervi nafte, kondenzata i prirodnih gasova u Srbiji, data u predloženom novom Pravilniku (2013), baziranom na PRMS (2007)

Kodeks *PERC* (2008) i *PRMS* (2007) inače predstavljaju svojevrsne okvire, u kojima su date osnovne odredbe (u vidu uputstava, preporuka i standarda) za javno izveštavanje o rezultatima istraživanja, resursima i rezervama njima obuhvaćenih mineralnih sirovina. Stoga u njih mogu da se ugrade i druga dobra, njima neobuhvaćena rešenja, pod uslovom da ona nisu u suprotnosti sa odredbama pomenutih kodeksa. Tako, kada se na teritoriji neke države nalaze mineralne sirovine koje su geološki specifične i/ili od posebnog ekonomskog i strateškog značaja za tu državu, onda se, kao dodatak nacionalnom kodeksu (koji sadrži neizostavne osnovne odredbe), daju dopunska uputstva za izveštavanje o rezultatima istraživanja, resursima i rezervama tih sirovina.

U predloge pomenutih novih pravilnika ugrađena su i neka dobra rešenja iz naše bogate istraživačke prakse i literature, iz relevantnih *Pravilnika* (1979, 1987) i iz *Okvirne klasifikacije Ujedinjenih Nacija – UNFC* (2009), a dodatna uputstva su data za određene metalične, nemetalične i energetske mineralne sirovine, uključujući i uljne šejlove, koji su predmet ovog rada.

Korelacije i karte konverzija resursa i rezervi uljnih šejlova kao čvrste mineralne sirovine, klasifikovanih po važećem *Pravilniku* (1979) i po predloženom novom *Pravilniku* (2012) i resursa i rezervi sintetičke nafte i gasa koji se iz uljnih šejlova mogu dobiti, klasifikovanih po važećem *Pravilniku* (1987) i po predloženom novom *Pravilniku* (2013), dati su na Slici 3.

Predloženi novi Pravilnik za čvrste mineralne sirovine (2012)	Rezultati osnovnih geoloških istraživanja	Mineralni resursi			Rezerve	
		Pretpostavljeni	Indicirani	Izmereni	Verovatne	Dokazane
Važeći Pravilnik za čvrste mineralne sirovine (1979)	Rezerve					
	Potencijalne D_2 i D_1 kategorije	Potencijalne C_2 kategorije	Utvrđene vanbilansne i bilansne geološke (*in situ*)		Eksploatacione	
			C_1 kategorije	B i A kategorije	C_1 kategorije	B i A kategorije

Predloženi novi Pravilnik za naftu, kondenzat i prirodne gasove (2013)	Resursi nafte, kondenzata i prirodnih gasova										
	Neotkriveni resursi				Otkriveni resursi						
	Nepridobivi	Pridobivi			Nepridobivi	Pridobivi					
		Perspektivni resursi				Uslovni resursi			Rezerve		
		3D (maks.)	2D (realni)	1D (min.)		3C (maks.)	2C (realni)	1C (min.)	3P (sigurne + verovatne + moguće)	2P (sigurne + verovatne)	1P (sigurne)
Važeći Pravilnik za naftu, kondenzat i prirodne gasove (1987)	Rezerve nafte, kondenzata i prirodnih gasova										
	Potencijalne (neotkrivene)*				Utvrđene (otkrivene)						
					Vanbilansne				Bilansne		
	D1 (prognozne) i C2 (perspektivne)			-	Nepridobive u ležištima gde postoje bilansne U iscrpljenim ili napuštenim ležištima	-	U ležištima bez rentabilne proizvodnje	-	-	A (dokazane) B (istražene) C1 (nedovoljno istražene)	-

* **Napomena**: Kategorija **D2** po važećem Pravilniku ne odgovara ni jednoj klasi/kategoriji po PRMS već "ugljovodoničnom potencijalu" basena/depresije.

Slika 3. Korelacije i karte konverzija resursa i rezervi uljnih šejlova klasifikovanih po važećim Pravilnicima (1979. i 1987.) i po predloženim novim Pravilnicima (2012 i 2013) za čvrste mineralne sirovine (gore) i za naftu, kondeznat i prirodne gasove (dole)

2. ULJNI ŠEJLOVI, NJIHOVE SPECIFIČNOSTI I ZAKONSKA REGULATIVA

Uljni šejlovi (u širokoj upotrebi je neadekvatan tradicionalan termin „uljni škriljci“) je ekonomsko-geološki termin koji označava grupu stena koje predstavljaju čvrstu energetsku mineralnu sirovinu. Ova mineralna sirovina se odlikuje mnogim specifičnostima, kako u pogledu geoloških, rudarskih, tehnoloških, ekonomskih, ekoloških i drugih karakteristika, tako i u pogledu industrijske namene. Ove specifičnosti uljnih šejlova moraju se uzeti u obzir u novoj zakonskoj regulativi Srbije iz oblasti geoloških istraživanja i rudarstva, te ćemo ih sažeto prikazati u narednim izlaganjima.

Uljni šejlovi imaju raznovrsnu industrijsku namenu: u prirodnom stanju mogu se koristiti kao gorivo u termoelektranama i kao sirovinska komponenta u proizvodnji opeka (koja štedi energiju), ali najveći značaj

imaju onda kada služe za dobijanje kerogenskog ulja, postupkom pirolize (retortovanja), a iz njega nafte, njenih derivata i gasa. S obzirom na to da često grade velika ležišta, iz kojih se u dugim vremenskim periodima mogu eksploatisati (površinskim i podzemnim metodama) velike količine ove mineralne sirovine, uljni šelovi imaju veliki ekonomski i strateški značaj, kako u svetu tako i u Srbiji.

Petrografski posmatrano, uljnim šejlovima pripadaju sitnozrne organogeno-detritične sedimentne stene (kod kojih je preko 65% čestica manje od 5 mikrometara) različitog mineralnog sastava (glinci, laporci, krečnjaci, alevroliti) i različite teksture (laminirane, listaste, masivne), koje sadrže znatnu količinu (obično 5-60%) čvrste nerastvorne disperzne organske supstance – kerogena i manju količinu rastvorne organske supstance – bitumena (koji nema bitan značaj za njihov kvalitet). Kerogen uljnih šejlova nastao je transformacijom izumrlih organizama i njihovih ostataka, pretežno algi, spora i polena, nataloženih u anaerobnim uslovima, zajedno sa mineralnom materijom, na dnu plitkih vodenih basena. Odlikuje ga niži stepen maturacije (dijagenetski stadijum), čime se bitno razlikuje od kerogena efektivnih matičnih stena za naftu i gas.

Karakteristični morfološki tipovi ležišta uljnih šejlova su: slojeviti, sočivasti, sinklinalni i kalderni, pri čemu su slojeviti i kalderni najčešći i ekonomski najznačajniji tipovi ležišta u svetu.

Naslage uljnih šejlova se javljaju kao integralni delovi sedimentnih serija, formiranih u mirnim vodenim sredinama (u jezerima i plitkim priobalskim delovima mora), i to od kambrijuma do neogena. Uljni šejlovi mogu da imaju različito rasprostranjenje (od više desetina km^2 do više stotina hiljada km^2) sa debljinom pojedinih slojeva od metarskih do dekametarskih veličina. Slojevi uljnih šejlova se često naizmenično smenjuju sa slojevima pratećih „jalovih“ stena (peščara, laporaca, krečnjaka, alevrolita i glinaca), uključujući i njihove proslojke, čija debljina može da varirara od nekoliko do više desetina centimetara. Zbog takve građe ležišta vrši se njihova kompleksna eksploatacija: uljni šejlovi se otkopavaju zajedno sa pratećim „jalovim“ stenama.

U Srbiji su zastupljeni tercijarni jezerski uljni šejlovi (pretežno uljni glinci i laporci), a najznačajnija nalazišta su u Južnomoravskom basenu (veliko Aleksinačko ležište i više pojava), kao i u Timočkom, Babušničkom, Vranjskom, Topličkom, Kruševačkom, Čačansko-Kraljevačkom i Valjevsko-mioničkom basenu. Obrazovani su od paleogena do miocena. Najstariji su paleogeni uljni šejlovi Timočkog basena (u uzanom pojasu Knjaževac-Pirot), a naše najznačajnije ležište Aleksinac nalazi se u okviru donjomiocenskih sedimenata. Prosečan sadržaj kerogena u ovom ležištu iznosi preko 20 mas. %, a srednji prinos ulja je 10-12 mas. %. Ukupni

procenjeni resursi uljnih šejlova Srbije iznose oko $5,4*10^9$ t, a uz optimalnu tehnologiju retortovanja, ocenjeno je da bi pridobive rezerve kerogenskog ulja mogle iznositi oko $150*10^6$ t (Ercegovac, 1990).

Vrsta, broj i raspored istražnih radova i vrsta, broj i raspored proba kod istraživanja ležišta uljnih šejlova određuju se na osnovu savremenih svetskih i domaćih teorijskih dostignuća i dugogodišnjih praktičnih iskustava, prikazanim u relevantnim publikacijama i nepublikovanim izveštajima. Kontinuitet ležišta i njegov završetak na rasedima ili erozionim kanalima treba da budu praćeni kako horizontalno, tako i vertikalno, a posebna pažnja treba da bude posvećena mogućnosti primene rudarske metode koja može da reši probleme diskontinuiteta i dislokacije. Kod prikaza resursa i rezervi treba uzeti u obzir pouzdanost okonturivanja ležišta (odnosno pripadajućih resursa i rezervi) i pouzdanost određivanja kvaliteta uljnih šejlova. Za svrstavanje pojedinih količina nafte i gasa iz uljnih šejlova u rezerve, potrebni su uspešni pilot testovi ili operativni projekti za predmetno ili analogno ležište, kako bi se utvrdila statistička distribucija mogućeg iskorišćenja. Pilot projektima se procenjuje kako efikasnost ekstrakcije, tako i efikasnost postrojenja za pripremu i preradu.

Ispitivanje kvaliteta uljnih šejlova radi utvrđivanja mogućnosti njihove upotrebe u industiji vrši se na reprezentativnim probama i to od strane kompetentnih stručnjaka, u ovlašćenim laboratorijama ili u odgovarajućim industrijskim postrojenjima (u zavisnosti od toga da li su u pitanju laboratorijske, poluindustrijske ili industrijske probe). U tu svrhu se, pored standardnih petrografskih i organsko-petrografskih ispitivanja građe uljnih šejlova: mineralnog i maceralnog sastava, sklopa (strukture i teksture) i hemijskog sastava, određuje i niz specifičnih parametara, kao što su: zastupljenost ukupnog organskog ugljenika (TOC), odnosno sadržaji kerogena i bitumena; prinos (pirolizom) kerogenskog ulja, pirogene vode i gasa kao i zastupljenost čvrstog ostatka (polukoksa); elementarna analiza (ugljenik, vodonik, azot); toplota sagorevanja (gornja i donja); sadržaji vlage (105^oC), pepela i sumpora (ukupnog, organskog, sagorljivog, u produktima); izdvajanje ugljendioksida i sumpordioksida.

Uslovi kvaliteta uljnih šejlova su specificirani u domaćim propisima i standardima, a za sve ono što njima nije obuhvaćeno mogu se primeniti odgovarajući svetski (prvenstveno evropski) propisi i standardi.

Za kvalitet uljnih šejlova namenjenih dobijanju sintetičke nafte i gasa od najvećeg značaja su: prinos kerogenskog ulja i ugljovodoničnog gasa; sadržaj i preovlađujući tip kerogena (sapropelni, sapropelno-ugljeviti); mineralni, maceralni i hemijski sastav (silikatni uljni šejlovi su pogodniji za retortovanje od karbonatnih).

Za kvalitet uljnih šejlova namenjenih korišćenju u termoelektranama i u opekarskoj industriji, od najvećeg značaja su: toplotna vrednost; mineralni, maceralni i hemijski sastav; sadržaji vlage, pepela i sumpora; izdvajanje štetnih gasova.

Eksploatacija uljnih šejlova, kao nekonvencionalnih izvora nafte i gasa, vrši se primenom specifičnih tehnologija i metoda, kao što su: površinsko i/ili podzemno otkopavanje ove mineralne sirovine i njena piroliza u retortama na površini ili podzemno retortovanje - *in situ*.

3. ZAKLJUČAK

Iz prethodnih izlaganja može se zaključiti da uljni šejlovi, zbog mnogih svojih specifičnosti (u pogledu geoloških, rudarskih, tehnoloških, ekonomskih, ekoloških i drugih karakteristika, kao i u pogledu industrijske namene), treba da imaju poseban tretman u predloženoj novoj zakonskoj regulativi Srbije u oblasti geoloških istraživanja i rudarstva, baziranoj na odgovarajućim savremenim svetskim propisima i standardima.

Takav tretman je primenjen u dva predložena nova podzakonska akta postojećeg *Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima* (2011): *Pravilniku o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji* (2012) i *Pravilniku o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama nafte, kondenzata i prirodnih gasova i njihovoj klasifikaciji* (2013).

Koji bi se od predloženih *Pravilnika* primenjivao zavisi od namene uljnih šejlova: prvonavedeni *Pravilnik* (2012) bi se primenjivao na uljne šejlove svih namena, a drugonavedeni *Pravilnik* (2013) bi se, pored obaveznog prvonavedenog, primenjivao samo na one uljne šejlove koji su namenjeni proizvodnji sintetičke nafte i gasa.

LITERATURA

1. Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO): International Reporting Template for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves, 2006.
2. Ercegovac, M., 1990: Geologija uljnih škriljaca.– Građevinska knjiga, 180 str.
3. Ilić M., (2003), Metode istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina.– Rudarsko- geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 250 str.
4. Ilić M., Pavlović V., Vukas R., Beljić Č., (2009), Uporedna analiza naše i svetskih klasifikacija mineralnih rezervi i resursa i predlog za inoviranje i usklađivanje naše klasifikacije.– Radovi VIII Međunrodne konferencije Nemetali 2009, str. 56 – 67, Banja Vrujci

5. Ilić M., Jelenković R., Simić V., Vukas R., Sajić D., (2011), Predlog klasifikacije mineralnih resursa i rezervi u sklopu nove zakonske regulative iz oblasti geoloških istraživanja i rudarstva u Srbiji.– Radovi Međunarodnog savetovanja „Programi strategije upravljanja mineralnim resursima Srbije“, str. 240-254, Zlatibor
6. Ilić M., Jelenković R., Beljić Č., (2012), Generalni osvrt na pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istraživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji.– Radovi X Međunarodne konferencije o površinskoj eksploataciji, str. 79-96, Zlatibor
7. Kostić A., (2010a): Resursi nafte i gasa u Srbiji: perspektivna područja, konvencionalni i nekonvencionalni potencijal.– U monografiji: "Mineralno-sirovinski kompleks Srbije danas: izazovi i raskršća (Ed. S.Vujić), „Planeta print“, str. 329-349.
8. Kostić A., (2010b): Uljni šejlovi (uljni „škriljci“) – u Jelenković R., Simić V., Kostić A. i Životić D.: Ležišta mineralnih sirovina.– Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 238-240.
9. Kostić, A., Ilić M., (2013): Specifičnosti uljnih šejlova i njihov treman u novoj zakonskoj reglativi u oblati geoloških istrživanja i rudarsva .– Tehnika br. 5/2013 (u štampi)
10. Ministerstvo Prirodnyh Resursov Rossijskoj Federacii, (2006), Klassifikacija zapasov i prognoznyh resursov tverdyh poleznyh iskopaemyh
11. Pan-European Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves (The PERC Reporting Code), 2008.
12. Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidenciije o njima.– Službeni list SFR Jugoslavije br. 15/1979.
13. Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi nafte, kondenzata i prirodnih gasova i vođenju evidencije o njima.– Službeni list SFR Jugoslavije, br. 80/87.
14. Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja.– Službeni glasnik Republike Srbije br. 51/1996.
15. Petroleum Resources Managament System – PRMS (SPE/AAPG/WPC/SPEE/SEG), 2007.
16. The SME Guide for Reporting Exploration Results, Mineral Resources, and Mineral Reserves, USA, 2007.

17. United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources, 2009.
18. Zakon o rudarstvu i geološkim istaraživanjima Republike Srbije.– Službeni glasnik Republike Srbije, br. 88/2011.
19. Pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istaživanja, resursima i rezervama čvrstih mineralnih sirovina i njihovoj klasifikaciji.– Nacrt sačinjen od strane stručnog tima Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, predat Ministarstvu za životnu sredinu, rudarstvo i prostorno planiranje 2012.
20. Pravilnik o izveštavanju o rezultatima geoloških istaživanja, resursima i rezervama nafte, kondenzata i prirodnih gasova i njihvoj klasifikaciji.– Podloga za pravilnik sačinjena od strane stručnog tima Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, predat Ministarstvu za životnu sredinu, rudarstvo i prostorno planiranje 2013.

ANALIZA DISTRIBUCIJE PRAŠINE NA PODRUČJU POVRŠINSKOG KOPA UGLJA DELIĆI

DUST DISPERSION ANALYSIS FOR THE DELIĆI OPENCAST COAL MINING AREA

Lilić N.[1], Kolonja B.[2], Knežević D.[3], Cvjetić A.[4]

Apstrakt

U ovom radu prikazani su rezultati modeliranja disperzije prašine na području budućeg kopa Delići primenom modela AERMOD. Modelirana je distribucija čestica veličine do 10 μm (PM10), za letnji period, sa i bez postupaka zaštite od prašine. Analize rezultatata modeliranja ukazuju da se, zbog ukupnih rudarskih aktivnosti, može očekivati znatniji uticaj prašine na užem području izvođenja radova u površinskom kopu. U slučaju primene metoda obaranja prašine, pouzdana je procena da u zoni receptora koji su u dometu perjanice emitovane prašine (stambeni objekti jugo-istočno od površinskih kopova) imisije suspendovanih čestica neće prelaziti propisane granice od 50 μg/m^3.

Ključne reči: modeliranje disperzije prašine, AERMOD, površinski kop uglja

Abstract

This paper presents the results of dust dispersion modelling in the areas of planned Delići mine, using the AERMOD model. Dust dispersion was modelled for PM10, for meteorological conditions of summer period with and without methods for dust suppression. Analysis of modelling results is

[1] Prof. Dr Lilić Nikola, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Prof. Dr Kolonja Božo, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Knežević Dinko, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[4] Cvjetić Aleksandar, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd

showing that significant impact of dust can be expected in the proximity of the open cast mines, due to mining activities. Reliable assessment is indicating that suspended particles concentration will not be higher than legal limit of 50 μg/m^3, in case of applied methods for dust suppression in the zone of receptors within the influence of the plume.

Key words: air dispersion modelling, AERMOD, open cast coal mine

1. UVOD

Kompanija Comsar Energy planira izgradnju termoelektrane Ugljevik III snage 2*300 MW na lokaciji kod postojeće termoelektrane Ugljevik. Snabdevanje blokova sa ugljem vršiće se sa novog površinskog kopa Delići i Peljave - Tobut koji je udaljen od termoelektrane oko 10 kilometara. Na ovom ležištu je završena I faza geoloških istraživanja i overeni resursi kategorije A, B i C1 iznose oko 73 miliona tona uglja prosečnog kvaliteta 1,1 MJ/kg.

Površinskim kopom treba obuhvatiti eksploataciju uglja na prostoru I faze istraženog ležišta sa mogućnošću proširenja kopa na deo ležišta koji se trenutno istražuje u II fazi. Kapacitet površinskog kopa je planiran na dva miliona tona uglja godišnje.

Potencijalna opasnost od zagađivanja vazduha u životnoj sredini oko površinskih kopova uglja u najvećoj meri je posledica dispergovanja sitnih čestica prašine i njenog raznošenje van rudarskog kompleksa.

Intenzitet aerozagađenja sa površinskih kopova zavisi od niza faktora: prirodnih karakteristika stenskog masiva, klimatskih i meteoroloških uslova, tehnologije otvaranja i eksploatacije ležišta, efikasnosti primenjenog postupka za sprečavanje emitovanja prašine itd. U ukupnom emisionom fonu dominira sekundarno emitovanje prašine sa aktivnih površina pod uticajem vetra. Aktivne etaže na površinskim kopovima (površinski izvori) i sistemi transportera sa trakom (linijski emiteri) u određenim meteorološkim uslovima (deficit vlage, visoka temperatura, povećana brzina vetra) postaju značajni emiteri prašine. Dodatnom emitovanju doprinose rudarske mašine i tehnološka oprema angažovana na otkopavanju, transportu i odlaganju.

U Tabeli 1 prikazani su faktori intenziteta izdvajanja prašine pod uticajem primarnih i sekundarnih izvora na rudarskim objektima, prema National Pollutant Inventory [1].

Tabela 1. Faktori emisije prašine u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme, [1]

Aktivnost/oprema	Faktor emisije prašine
	PM_{10}
Dreglajn, kg/m^3	0,026
Bager na otkrivci, kg/t	0,012
Bager na uglju, kg/t	0,014
Transportne trake, kg/t	0,03
Utovar sa gomile, kg/t	0,0017
Kretanje vozila, kg/km	1,24
Istovar iz kamiona, kg/t	0,0043
Buldozer, kg/ h	4,1
Erozija vetrom, kg/ha/h	0,2

2. MODELIRANJE DISTRIBUCIJE PRAŠINE

Začetke savremene nauke o modeliranju zagađenja vazduha nalazimo 1920-ih kada su vojni stručnjaci u Engleskoj pokušali da procene disperziju otrovnih hemijskih supstanci na bojnom polju [2]. Razvoj nauke 1950-tih i 1960-ih, uključio je praktična studijska istraživanja vezana za razumevanje strukture atmosfere, što je dovelo do razvoja prvih regulatornih modela zagađenja vazduha u SAD. Pasquill [3] i Stern [4] daju pregled rezultata istraživanja i postavljenih teorijskih osnova do sredine 1970-ih.

Značajan uticaj na kvalitet vazduha na području aktivnih površinskih kopova uglja imaju ukupne suspendovane čestice (TSP) i čestice ekvivalentnog aerodinamičkog prečnika manjeg od 10 μm (PM10) [5,6]. Disperzija (lebdeće) prašine u vazduhu radne okoline vezana je za sve faze tehnološkog procesa površinske eksploatacije uglja [5-7]. Transport uglja i jalovine identifikovan je kao glavni izvor zagađenja TSP i PM10 [7-9]. Utvrđeno je da disperzija TSP i PM10 u vazduhu, pored tehnoloških, zavisi i od meteoroloških uslova [10,11]. Najviše koncentracije prašine nalaze se u prostoru površinskog kopa da bi se postepeno smanjivale sa povećanjem udaljenosti od rudnika [9, 10].

Holmes i Morawska [12] su analizirali različite raspoložive modele disperzije čestica prašine među kojima model kutije, Gausov model, Lagranž/Ojlerov i CFD (*Computational fluid dynamics*) modele. Zaključili su da je osnovna slabost u modeliranju disperzije čestica nedostatak studija validacije kojima bi se poredile procenjene i stvarne vrednosti. Chaulya i dr. [13] su poredili FDM (*Fugitive dust model*) i PAL2 model (*point, area and lines sources model*) tokom zimske sezone u regionu rudnika uglja u Indiji. Ovim istraživanjima, pri poređenju eksperimentalnih podataka sa rezultatima modela, dobijeni su koeficijenti korelacije 0,66 za PAL2 i 0,75 za FDM model. Trivedi i dr. [9] su, sa 5 stanica za monitoring, modelirali ukupne suspendovane čestice (TSP) primenom FDM modela i dobili koeficijent korelacije 0,71. Jaiprakash i dr. [14]

su primenili AERMOD model i dobijene vrednosti poredili sa rezultatima sa 20 stanica za monitoring, a dobijena je vrednost koeficijenta korelacije od 0,783 za TSP i 0,741 za PM10. NIOSH [15] je na osnovu istraživanja Reed-a [16] zaključio da ISC3 model (*Industrial Source Complex Model*) ne može tačno proceniti koncentracije prašine iz rudarskih aktivnosti, jer je model razvijen za predikciju disperzije prašine iz stacionarnih izvora. AERMOD je model koji US EPA sada preporučuje za modeliranje kvaliteta vazduha [17].

U ovom radu prikazani su rezultati modeliranja disperzije prašine na području budućeg površinskog kopa Delići primenom modela AERMOD. Modelirana je distribucija PM10 za meteorološke uslove letnjeg perioda sa i bez primene metoda i postupaka zaštite od prašine [18].

3. MODEL AERMOD ZA MODELIRANJE DISPERZIJE PRAŠINE

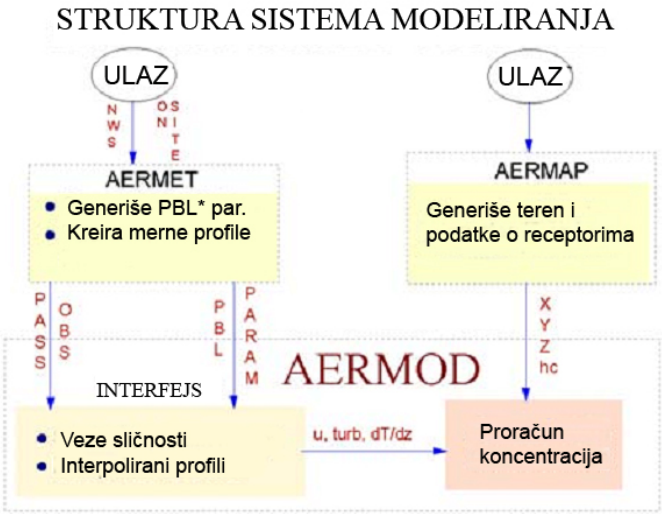
AERMOD je stacionarni model perjanice koji se koristi za modeliranje disperzije polutanata u vazduhu [19]. Prema ovom modelu u stabilnom graničnom sloju, pretpostavlja se Gausova raspodela koncentracija i u vertikalnom i horizontalnom pravcu (pravcu duvanja vetra). U konvektivnom graničnom sloju, u horizontalnom pravcu se pretpostavlja Gausova raspodela koncentracija, dok se vertikalna distribucija opisuje sa bi-Gausovom funkcijom gustine verovatnoće.

Na sSlici 1 prikazan je tok i obrada informacija u modelu AERMOD [19]. Sistem se sastoji od jednog glavnog programa (AERMOD) i dva predprocesora (AERMET i AERMAP).

Osnovna svrha predprocesora AERMET je da na osnovu reprezentativnih meteoroloških merenja u domenu modeliranja, odredi parametre graničnog sloja koji se koriste za procenu profila vetra, turbulencije i temperature za potrebe modela AERMOD.

Predprocesor terena AERMAP koristi podatke o terenu za izračunavanje uticaja visine terena. Visina terena je jedinstveno definisana za svaki receptor na lokaciji i koristi se za izračunavanje visine linije strujanja. Mreža podataka potrebna za AERMAP se dobija iz DEM modela (*Digital Elevation Model*). AERMAP se, takođe, koristi za kreiranje mreže receptora. Nadmorska visina za svaki receptor se automatski dodeljuje kroz AERMAP. Za svaki receptor, AERMAP za AERMOD priprema: lokaciju receptora (x_r, y_r), njegovu nadmorsku visinu (z_r) i specifičnu razmeru visine terena receptora (h_c).

U modelu AERMOD perjanica se modelira kao kombinacija dva granična stanja: horizontalna perjanica i perjanica koja prati teren. Za sve moguće slučajeve, ukupna koncentracija na receptoru, je ograničena predikcijom koncentracija iz ovih stanja. U slučaju ravnog terena navedena dva stanja su ekvivalentna. Pri razmatranju podele visine linije strujanja, u slučaju izraženog terena, ukupna koncentracija se izračunava kao ponderisana suma koncentracije vezane za navedena dva granična slučaja stanja perjanice.



Slika 1. Tok i obrada informacija u modelu AERMOD [19]

Opšta jednačina koncentracija, koja se primenjuje u stabilnim ili konvektivnim uslovima je data u sledećem obliku

$$C_T\{x_r, y_r, z_r\} = f\, C_{c,s}\{x_r, y_r, z_r\} + (1-f)\, C_{c,s}\{x_r, y_r, z_p\} \tag{1}$$

gde su $C_T\{x_r\ y_r\ z_r,\}$ ukupna koncentracija, $C_{c,s}\{x_r,\ y_r, z_r,\}$ je koncentracija vezana za stanje horizontalne perjanice (indeksi *c* i *s* odnose na konvektivne odnosno stabilne uslove), $C_{c,s}\{x_r, y_r, z_p,\}$ je koncentracija vezana za stanje perjanice koja prati teren, *f* je težinska funkcija perjanice, $\{x_r, y_r, z_r\}$ su koordinate receptora

Opšti oblik izraza za koncentraciju prikazan jednačinom (1) za konvektivni i stabilni granični sloj se može napisati na sledeći način:

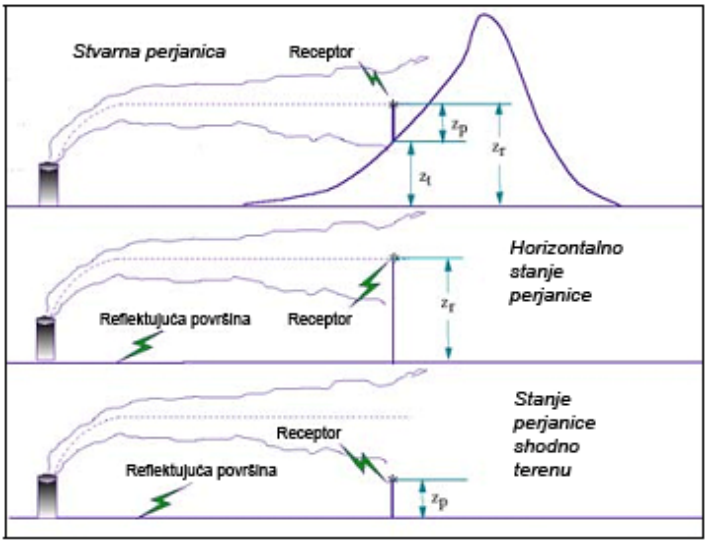
$$C\{x, y, z\} = (Q/\tilde{u})\, P_y\{y; x\}\, P_z\{z; x\} \tag{2}$$

gde je *Q* emisija izvora, $\tilde{u}$ je efektivna brzina vetra, P_y i P_z su funkcije gustine verovatnoće koje opisuju horizontalne i vertikalne distribucije koncentracija.

AERMOD simulira pet različitih tipova perjanica u zavisnosti od stabilnosti atmosfere i lokacije u odnosu na granični sloj. Tokom stabilnih uslova, perjanice se modeliraju sa poznatim horizontalnim i vertikalnim Gausovim funkcijama.

Slika 2 ilustruje odnos između stvarne perjanice i karakterizacije modelom AERMOD (z_r označava visinu definisanu u odnosu na kotu osnove dimnjaka),

$z_p = z_r - z_t$ je visina receptora iznad lokalnog terena, a z_t je visina terena receptora.



Slika 2. Ukupna koncentracija procenjena kroz AERMOD predstavlja ponderisani zbir dva ekstremna moguća stanja perjanice [24]

Model AERMOD računa vertikalne meteorološke varijacije korišćenjem efektivne vrednosti brzine vetra i turbulenciju. Pošto je AERMOD stacionarni model perjanice, koristi jednu vrednost svake meteorološke promenljive da predstavi stanje disperzivnog sloja za svaki period modeliranja (obično za jedan sat). Konkretno, efektivni parametri se određuju kao prosečne vrednosti iz meteoroloških profila u sloju između centra mase perjanice i receptora.

Za stabilne uslove, u modelu AERMOD izraz za koncentracije (C_s u jednačini (1)) ima Gausov oblik, i sličan je izrazima koji se koriste u mnogim drugim stacionarnim modelima perjanice [24]. C_s je dat

$$C_s\{x_r, y_r, z\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\tilde{u}\,\sigma_{zs}} F_y \sum_{m=-\infty}^{\infty}\left[\exp\left(-\frac{\left(z-h_{es}-2mz_{ieff}\right)^2}{2\sigma_{zs}^2}\right)+\exp\left(-\frac{\left(z-h_{es}-2mz_{ieff}\right)^2}{2\sigma_{zs}^2}\right)\right] \quad (3)$$

gde je z_{ieff} efektivna visina sloja mešanja, σ_{zs} je ukupna vertikalna disperzija u stabilnom graničnom sloju, a h_{es} je visina perjanice (tj. visina dimnjaka sa visinom dizanja perjanice).

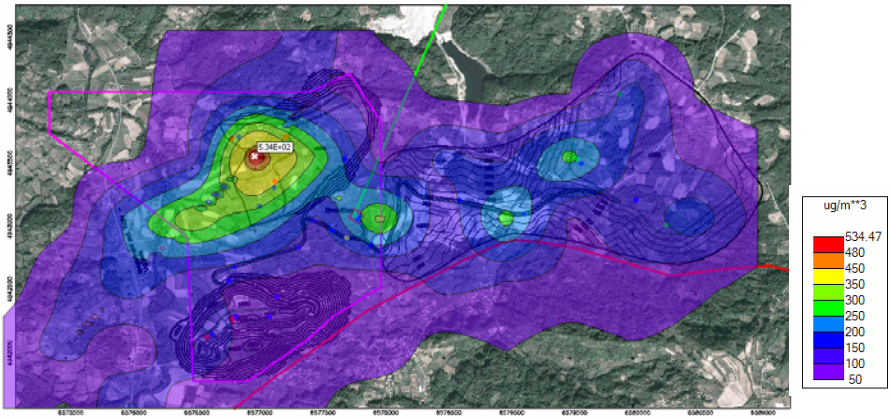
4. PROCENA KVALITETA VAZDUHA NA PODRUČJU POVRŠINSKOG KOPA DELIĆI

Na osnovu planiranih rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Delići, u predmetnu procenu i analizu uticaja čestica prašine na kvalitet vazduha na prostoru oko površinskog kopa uključeni su izvori emisije čestica prašine

vezani za aktivne etaže na površinskom kopu, puteve kamionskog transporta kao i rudarske mašine i tehnološku opremu neposredno u radu na otkopavanju, transportu i odlaganju.

Model AERMOD (US Environmental Protection Agency) je korišćen za procenu kvaliteta vazduha u funkciji raspodele koncentracije čestica PM10. Dobijeni rezultati predstavljaju srednje dnevne vrednosti koncentracija čestica PM10 ($\mu g/m^3$) za definisane izvore izdvajanja, određeni period i receptore. Potrebno je naglasiti da je u razmatranim modelima uzeta u obzir i elevacija terena. Za meteorološke uslove korišćeni su podaci za period 2009 - 2011. godine.

Raspodela srednjih dnevnih vrednosti koncentracija čestica PM10 ($\mu g/m^3$) oko površinskog kopa za meteorološke uslove perioda 2009. - 2011. godine prikazana je na Slici 3. Analiza je vršena za uslove postojanja 23 izvora prašine na površinskom kopu: 12 površinskih (jalovinske etaže, etaže na uglju, spoljašnje odlagalište i segmenti puta) i 11 zapreminskih (bageri, buldozeri) u uslovima bez sprovođenja mera zaštite za obaranje prašine.



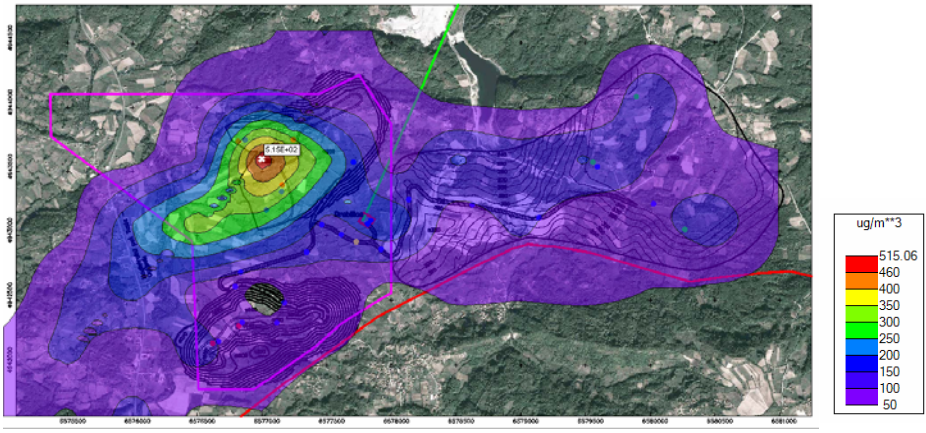
Slika 3. Raspodela srednjih dnevnih koncentracija čestica PM10 ($\mu g/m^3$) oko površinskog kopa Delići bez primene metoda i postupaka zaštite od prašine

Prema podacima US EPA (AP-42,1992) i National Pollutant Inventory (2011) emisije čestica prašine iz različitih izvora na površinskim kopovima se mogu smanjiti za 50% i više primenom tehnika kvašenja mineralne sirovine ili obaranja prašine prskanjem vodom.

Distribucija suspendovanih čestica ($\mu g/m^3$) oko površinskog kopa Delići za iste uslove i sa istim periodom usrednjavanja od jednog dana uz korišćenje tehnika obaranja prašine prikazana je na Slici 4.

Izolinije koncentracija ukupnih suspendovanih čestica prikazane na Slikama 3 i 4 jasno ukazuju da bi se primenom tehnika prskanja vodom pri obaranju prašine u procesu eksploatacije uglja na površinskom kopu Delići znatno smanjile vrednosti koncentracija prašine. Potrebno je naglasiti da ukoliko se ne bi primenjivale tehnike obaranja prašine na navedenom površinskom kopu, južno od analiziranog kopa u zoni stambenih objekata mogle bi se očekivati koncentracije PM10 od 70 μg/m^3 (slika 3) što prelazi graničnu vrednost od 50 μg/m^3.

Na osnovu analize distribucija čestica PM10 poreklom iz tehnološkog procesa eksploatacije uglja na površinskim kopovima Delići, prikazanih na Slikama 3 i 4 može se zaključiti da je pouzdana procena da u zoni receptora koji su udometu perjanice emitovane prašine (stambeni objekti južno od površinskih kopova) imisije suspendovanih čestica neće prelaziti propisane granice od 50 μg/m^3 u slučaju primene metoda obaranja prašine.



Slika 4. Raspodela koncentracija srednjih dnevnih koncentracija PM10 (μg/m^3) oko površinskog kopa Delići uz primenu metoda i postupaka zaštite od prašine

5. ZAKLJUČAK

Potencijalna opasnost od zagađivanja vazduha u životnoj sredini područja oko površinskih kopova lignita u najvećoj meri je u funkciji dispergovanja sitnih čestica prašine sa suvih površina pod uticajem vetra. Model AERMOD je korišćen za procenu kvaliteta vazduha u funkciji raspodele koncentracije čestica krupnoće ispod 10 μm. Dobijeni rezultati predstavljaju srednje vrednosti koncentracija PM10 za definisane izvore izdvajanja, određeni period i receptore. Izolinije koncentracija čestica PM10 ukazuju da se može očekivati znatniji uticaj prašine na užem području izvođenja radova u površinskom kopu. Međutim, u slučaju obaranja prašine prskanjem vodom,

pouzdana je procena da u zoni receptora, koji su u dometu perjanice emitovane prašine (stambeni objekti jugo-istočno od površinskih kopova) imisije suspendovanih čestica neće prelaziti propisane granice od 50 $\mu g/m^3$.

Za postizanje efikasnih rezultata snižavanja nivoa zagađenja vazduha na području površinskih kopova lignita od suštinskog značaja je primena tehničkih mera zaštite koje je potrebno podići na nivo politike upravljanja kvalitetom vazduha. Na ovaj način se kvalitet vazduha može dovesti u okvire ograničenja propisanih protokolom nacionalnog kvaliteta ambijentalnog vazduha. Ovakav pristup obezbeđuje ekološki prihvatljivo rudarstvo i kvalitetnija staništa za sve one koji žive u oblastima gde se izvode rudarske aktivnosti.

LITERATURA

1. National Pollutant Inventory, Emission Estimation Technique Manual for Mining and Processing of Non-Metallic Minerals, 2011.
2. Sutton, O.G. *Micrometeorology*. McGraw-Hill, London. 1953, 333 pp.
3. Pasquill, F. *Atmospheric Diffusion*, 2nd Edition. Ellis Horwood Limited, Chichester, 1974.
4. Stern, A.C. *Air Pollution: Volume I - Air Pollutants, Their Transformation and Transport*. Academic Press, New York, 1976.
5. Chakraborty, M.K., et al. Determination of the emission rate from various opencast mining operations. Environmental Modeling & Software 17, 467-480, 2002.
6. Huertas J.I., Huertas M.E., Izquierdo S., González E.D. Air quality impact assessment of multiple open pit coal mines in northern Colombia, Journal of Environmental Management 93, 121-129, 2012.
7. Huertas J., Camacho D., Huertas M. Standardized emissions inventory methodology for open pit mining areas. Environmental Science and Pollution Research, in press.
8. Ghose, M.K., Majee, J. Assessment of dust generation due to opencast coal mining-an Indian case study. Environmental Monitoring and Assessment 61, 255-263, 2000.
9. Trivedi, R., Chakraborty, M.K., Tewary, B.K. Dust dispersion modeling using fugitive dust model at an opencast coal project of western coalfields limited, India. Journal of Scientific & Industrial Research 68, 71-78, 2009.
10. Jones, T., Blackmore, P., Leach, M., Matt, B.K., Sexton, K., Richards, R. Characterization of airborne particles collected within and proximal to an

opencast coalmine: south Wales. UK Environmental Monitoring and Assessment 75, 293-312, 2002.
11. Triantafyllou, A.G. Levels and trends of suspended particles around large lignite power station. Environmental Monitoring and Assessment 89, 15-34, 2003.
12. Holmes, N.S., Morawska, L. A review of dispersion modeling and its application to the dispersion of particles: an overview of different dispersion models available. Atmospheric Environment 40, 5902-5928, 2006.
13. Chaulya, S.K., Ahmad, M., Singh, R.S., Bandopadhyay, L.K., Bondyopadhay, C., Mondal, G.C. Validation of two air quality models for Indian mining conditions. Environmental Monitoring and Assessment 82, 23-43, 2002.
14. Jaiprakash, Singh, G., Pal, A.K. Air pollution dispersion modeling performance for mining complex. Environment & We an International Journal of Sciences & Technology 5, 205-222, 2010.
15. NIOSH-National Institute for Occupational Safety and Health, Significant Dust Dispersion Models for Mining Operations IC 9478. (USA), 2005.
16. Reed, W.R. An improved model for prediction of PM10 from surface mining operations (Dissertation). Virginia Polytechnic Institute and State University, Department of Mining and Minerals Engineering, (USA), 2003.
17. US EPA, Technology Transfer Network Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling. Obtenido de., 2009, http://www.epa.gov /scram 001/.
18. Lilić N., Knežević D., Cvjetić A., Milisavljević V. Modeliranje disperzije prašine na području površinskih kopova lignita, Tehnika 6/2012, UDC: 62(062.2) (497.1), ISSN 0040-2176.
19. US EPA, AERMOD: Description of model formulation, EPA-454/R-03-004, 2004.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta “Unapređenje tehnologije površinske eksploatacije lignita u cilju povećanja energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite na radu” (TR 33039), koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014. god.

KOLOIDALNA AKTIVNOST GLINA I GLINENIH PROSLOJAKA LEŽIŠTA UGLJA

COLLOIDAL ACTIVITY OF CLAY AND CLAY LAYERS IN COAL DEPOSIT

Majstorović J.[1], Ilić S.[2], Stepanović S.[3], Savić D.[4],

Apstrakt

Poznavanje plastičnih svojstava glina, koje se javljaju kao prateće stene u ležištima uglja, pomaže u sagledavanju njihovih geomehaničkih svojstava. To se naročito odnosi na parametre koji se menjaju pod dejstvom vode, kao što su parametri smicanja: ugao unutrašnjeg trenja - φ i koheziju c. U tlu u kojem preovlađuju svojstva glina, povećanjem koloidalne aktivnosti raste uticaj kohezije na unutrašnje trenje tla. Proslojci izgrađeni od aktivnih glina (montmorionitskih), ukolko su nepovoljno orjentisani prema kosini etaže mogu izazvati zastoje u toku eksploatacije usled nestabilnosti. U radu su prikazana geomehanička ispitivanja slojeva i proslojaka visokoplastičnih glina ležišta uglja Tijanje, Gračanica i Tamnava-Zapadno Polje sa cljem da se što bolje upoznaju njihova svojstva, a samim tim spreče ili umanje posledice nestabilnosti kosina.

Ključne reči: glina, montmorionit, plastičnost, indeks plastičnosti, koloidalna aktivnost

Abstract

Knowing plastic properties of clays that appear as accompanying rocks in coal deposits may be of use in recognizing their geo-mechanical properties.

[1] Mr Jelena Majstorović, dipl.inž.geol., Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
[2] Dr Saša Ilić, dipl. inž. rudarstva, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
[3] Saša Stepanovićvić, dipl. inž. rud., Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beograd
[4] Dragana Savić, dipl.inž.geol., Geoing-Group, Beograd

This especially applies to parameters that change under water influence, such as shearing parameters: internal friction angle - φ and cohesion - c. In ground in which clay properties prevail, influence of cohesion on internal friction of ground grows due to colloidal activity increasing. Layers that are made of active clay (montmorillonite), if they are negatively oriented toward bench slope, may cause breaks during the operation due to instability. This paper presents geo-mechanical explorations of layers and interlayers of highly plastic clays in coal deposits Tijanje, Gracanica and Tamnava-West Field, with the aim to discover their properties and to prevent or reduce consequences of slope instability.

Key words: clay, montmorillonite, plasticity, plasticity index, colloidal activity

1. UVOD

Za uspešnu eksploataciju rudnog tela potrebno je poznavati ne samo njegova geomehanička, inženjersko-geološka i hidrogeološka svojstva, već i svojstva pratećih stena (podine, povlate i proslojaka), jer i one predstavljaju radnu sredinu u kojima se formiraju radne etaže i završne kosine kopa. Da bi se došlo do korisne mineralne sirovine, često je potrebno ukloniti milione kubika otkrivke, transporovati je i odložiti na odlagalištima. U toku ekspoatacije od stabilnosti radnih etaža zavisi kontinuitet proizvodnje i sigurnost ljudi i mehanizacije. Ovo se postiže uz pomoć poznavanja geomehaničkih parametara koji se koriste za proračne analze stabilnosti (parametri smicanja: ugao unutrašnjeg trenja - φ i koheziju c). Prilkom geomehaničkih ispitivanja potrebno je postaviti tako program ispitivanja da se ostvari visok stepen pouzdanosti ovih parametara. Već u fazi geoloških istraživanja rudnog tela i pratećih stena, moraju se na osnovu geološke građe izdvojiti i posebno proučiti slojevi nepovoljnih fizičko-mehaničkih karakteristika i strukturnog položaja u odnosu na projektovanu geometriju kopa. Na primerima koji su prikazani u radu posebna pažnja je obraćena na one slojeve koji su često male debljina (dimenzija od nekoliko mm do nekoliko dm), ali zbog svog mineraloškog sastava (izgrađeni su od minerala glina) mogu izazvati veoma ozbiljne probleme prilikom eksplotacije. Uz pomoć njihovog granulometrijskog satava i indeksnih parametara, ukazano je na njihov mineraloški sastav od koga zavise njihova plastična svojstva i koloidalna aktivnost.

2. MINERALNI SASTAV GLINA

Gline su sedimentne stene nastale kao produkt dugotrajnih i složenih procesa raspadanja primarnih stena (silikatnih, rastvorljivih karbonatnih stena, škriljaca i vulkanskih stena). Najnoviju definiciju gline koju preporučuje

Međunarodna asocijacija za izučavanje glina (AIPEA) i Clay Minerals Society (CMS) prikazali su Gugenhajm I Martin (Guggenheim & Martin, 1995): Termin "glina" odnosi se na prirodne materijale sastavljene prvenstveno od finozrnih materijala, koji su uglavnom plastični pri odgovarajućem sadržaju vode a očvršćavaju nakon sušenja ili pečenja. Procesi koji dovode do raspadanja mogu biti fizičko-hemijski, eluvijalni, deluvijalni, hidrotermalni, eolski ili lednički. Prema hemijskom sastavu gline čine atomi i molekukuli SiO_2 i Al_2O_3 sa vodom uz prisustvo različitih oksida i organskih primesa.

Kristalografska striktura glina sastoji se iz dve jedinice:

1. koja je sastavljena od gusto upakovanih slojeva kiseonika (ili hidroksila) u kojima su atomi aluminijuma u težištu, a oko njih su na jednakim rastojanjima atomi kiseonika, i
2. koju čine tetraedri silicijumdioksida raspoređeni tetredarski ali grupisani tako da formiraju heksagonalnu rešetku.

Zahvaljujući obliku kristalne rešetke, glineni minerali se karakterišu veoma malim dimenzijama debljine minerala u jednoj osi (s) 7-12 nanometara, dok po dve ostale ose (a i b) imaju veće dimenzije. Tako nastaju ljuspičasti (kaolinit), trakasti (montmorionit) ili igličasti kristali (atapulgit ili paligorskit). Gline zbog malih dimenzija minerala imaju veoma veliku aktivnu površinu u dispergovanom stanju (oko $300m^2/cm^3$), što uzrokuje njihova koloidalna svojstava. Stepen disperzije omogućava glinama vezivanje velikih količina vode, pa tako nastaje njihovo najkarakterističnije svojstvo - plastičnost.

Identifikacija glinenih minerala obuhvata: hemijske analize, rentgensku difrakciju praha, diferencijalno-termičku analizu (DTA) i termogravimetrijsku analizu, infracrvenu spektrometriju, elektronsku mikroskopiju, kapacitet izmene katjona (CEC), adsorpciju, određivanje specifične površine, reakciju na bojenje i druge specifične metode. Sve ove metode zahtevaju dobro opremljene laboratorije i značajna materijalna sredstva.

Po svojim mineraloškim, hemijskim, tehnološkim i genetskim karakteristikama glineni minerali se svrstavaju u četiri grupe u kojima kvantitativno preovlađuju reprezentativni minerali:

- Kaolinitska grupa (kaolinit)
- Hloriti
- Hidroliskunske gline (ilit)
- Montmorionitske gline (bentonit)

Kaolinit se sastoje iz dva podsloja (jednog sloja SiO_2 i jednog sloja Al_2O_3), čvrsto vezanih vodoničnom vezom, odnosa Al_2O_3:SiO_2 približno 1:2. Ova

veza sprečava širenje čestica kaolinita, jer voda ne može da prodre unutar slojeva. Najvažnija odlika kaolinita je da je nebubriva glina. Ove gline ne sadrže međuslojne katjone ili površinsko naelektrisanje i zato imaju relativno nizak kapacitet izmene katjona. Minerali su listasti i ljuspičasti, oblika heksagonalnih pločica. Nalazi se od 5-20% u sedimentnim stenama, kao što su glinci ili peščari. Vrednosti plastičnosti se kreću od 9 do 56%.

Hlorit je glina koja u čistom obliku ne bubri. Njegova struktura je slična montmorionitu. Sastoji se od tri podsloja, od kojih srednji podsloj ima pozitivno naelektrisanje. Nalazi se u starim morskim sedimentima formiranim u velikim dubinama. Plastičnost kod ovih glina varira od 33-50% vode.

Hidroliskune (ilit) odlikuju minerali listatstog oblika koji liče na liskune od kojih su nastali. Razlikuju se od grupe montmorionita po zameni jona Al^{3+} sa jonom Si^{4+}, što daje negativno naelektrisanje. Blokove čvrsto vežu katjoni kalijuma K^{+}, koji uspostavljaju ravnotežu i sprečavaju bubrenje u prisustvu vode. U našem neogenu oni su najzastupljenija mineralna vrsta. Indeks plastičnosti je u rasponu od 17 do 39% vode.

Montmorioniti (u praksi bentoniti) izgrađeni su od dva sloja SiO_2 između kojih se nalazi podsloj Al_2O_3. Na površinama mogu biti adsorbovani joni natrijuma (Na^{+}), kalcijuma (Ca^{2+}) ili magnezijuma (Mg^{2+}). Nastali su prekristalizacijom vulkanskog pepela (tufova). Indeks plastičnosti kalcijum-montmorionita je oko 40-45%, dok kod natrijum-montmorionita može biti i veći od 300%. Najvažnija osobina ovih glina je međulistatsto bubrenje. U kristalnu rešetku mogu da prime veliku količinu vode, čak do šest slojeva H_2O.

3. INDEKSNI POKAZATELJI

Geomehanička ispitivanja glina obuhvataju određivanje sledećih parametara: prirodne vlažnosti (w), zapreminske težine (γ), specifične težine (γ_s), poroznosti (n), koeficijenta poroznosti (e), parametara čvrstoće na smicanje (kohezije - c i ugla unutrašnjeg trenja - φ), modula elastičnosti (M_s), određivanje granica stanja konsistencije, osetljivost tla, bubrenje.

Fizičko-mehanička svojstva glina menjaju se s promenom sadržaja vode. Na temelju iskustva švedski geomehaničar Albert Atterberg, početkom 20 veka definisao je njihovo stanje preko granica konsistencije. Konsistencija može biti čvrsta, plastična ili tečna. Granice konsistencije pri kojima tlo prelazi iz jednog stanja u drugo su: granica skupljanja (w_s), granica plastičnosti (w_p) i granica tečenja (w_l).

Indeksni pokazatelji su parametri koji uz granulometrijski sastav, daju dodatne veoma važne informacije o svojstvima tla, povezanih sa poroznošću i vlažnošću tla. Ovo se posebno odnosi na sitnozrne materijale, kod kojih

svojstva ne zavise toliko od granulometrijskog sastava. Za klasifikaciju materijala prema plastičnosti potrebno je odrediti Indeks plastičnosti (I_p):

$$I_p = w_l - w_p$$

U Tabeli 1 prikazana je najnovija klasifikacija prema granici tečenja (w_l) i indeksu plastičnosti (I_p), a u Tabeli 2 prema indeksu kosistencije (I_c).

Tabela 1. Klasifikacija koherentnih materijala prema plastičnosti (draft ISO/CD 14688-2)

Stepen plastičnosti	Granica tečenja - w_l (%)	Indeks plastičnosti - I_p
nije plastično	-	< 12
mala plastičnost	< 12	12 do 25
srednja plastičnost	30 do 50	25 do 40
visoka plastičnost	> 50	> 40

Indeks konsistencije I_c je odnos granice tečenja, prirodne vlažnosti i indeksa plastičnosti:

$$I_c = \frac{w_l - w}{I_p}$$

Tabela 2. Ideks konsistencije za prašine i gline (draft ISO/CD 14688-2)

Konsistencija prašina i glina	Indeks konsistencije - I_c
žitka (very soft)	< 0.25
lako gnječiva (soft)	0.25 do 0.50
teško gnječiva (firm)	0.50 do 0.75
polučvrsta (stiff)	0.75 do 1.00
čvrsta (very stiff)	> 1.00

Što je veći indeks kosistencije, materijal je manje deformabilan.

Potrebno je naglasiti da koherentne materijale ne klasifikujemo prema granulometrijskom satavu, već prema plastičnosti. Količina vode koja se može vezati uz čestice tla zavisi od vrste i količine zastupljenih minerala glina u njemu. Skempton je 1953. godine uveo pojam koloidalna aktivnost tla (K_p), koji predstavlja odnos ideksa plastičnosti I_p i količine čestica manjih od 0.002 mm u % težine cele mase.

$$K_p = \frac{I_p}{d\langle 2\mu}$$

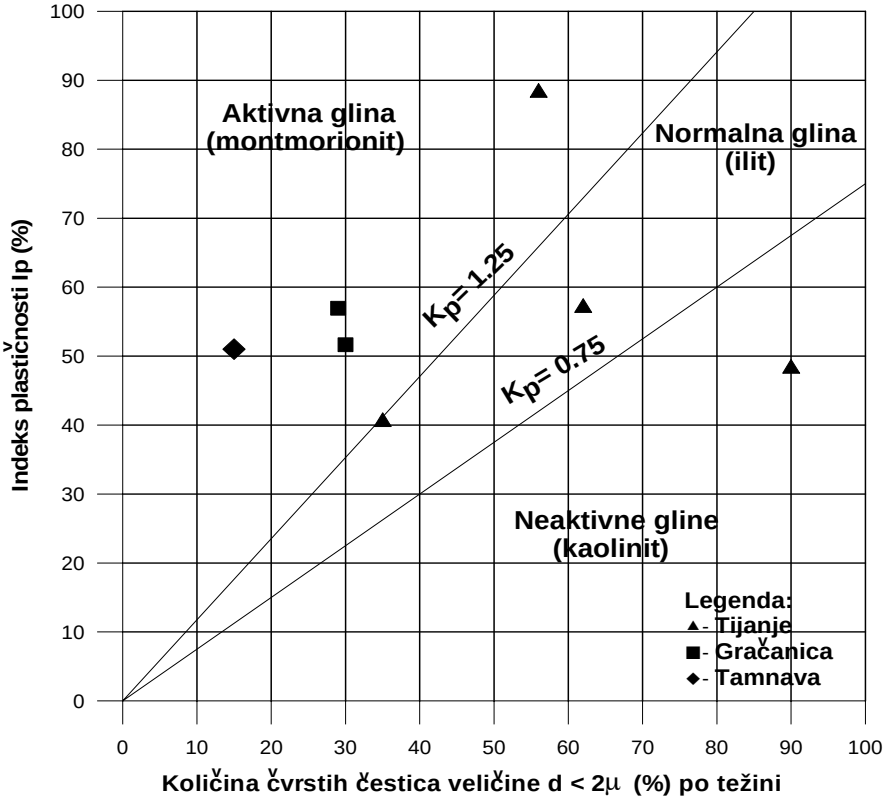
Usvojen je sledeći kriterijum:

- Kp < 0.75 su nekativne gline (kaolinit),
- Kp = 0.75 - 1.25 su normalne gline (ilit),
- Kp >1.25 su aktivne gline (montmorionit),

4. KOLOIDALNA AKTIVNOST GLINENIH SLOJEVA I PROSLOJAKA U LEŽIŠTIMA UGLJA

U Tabeli 3 prikazani su rezultati geomehaničkih ispitivanja reprezenata izdvojenih iz slojeva glina ležišta uglja Tijanje i iz glinenih proslojaka ležišta Gračanica i Tamnava-Zapadno Polje. Na Slici 1 prikazan je dijagram koloidalne aktivnosti uz pomoć koga je definisana koloidalna aktivnost ispitivanih reprezenata i mineraloški sastav. Izbor prikazanih reprezenata vršen je na osnovu Tabele 1, prema kriterijumu $w_l > 50\%$ i $I_p > 40$.

Prema Kasagrandeovom dijagramu plastičnosti svi reprezenti pripadaju grupi CH, odnosno neorganskim glinama visoke plastičnosti, ali tek koloidalna aktivnost ukazuje i na mineraloški sastav ispitivanih reprezenata.



Slika 1. Dijagram koloidalne aktivnosti

Tabela 3. Rezultati geomehaničkih ispitivanja reprezenata izdvojenih iz slojeva glina

Oznaka uzorka i vrsta stene	Vlažnost (%)		Parametri smicanja		Granulometrijski sastav (%)			Atterbergove granice konsistencije				Koloidalna aktivnost
	prirodna	pre i posle smicanja	φ (°)	c (kN/m²)	pesak 2.0-0.06	prašina 0.06-0.002	glina <0.002	w_l	w_p	I_p	I_c	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T-47 (48.0-49.0 m) glina, alevritična, peskovita	14.35	15.62	20° 54′	112.20	7	58	35	58.91	18.45	40.46	1.10	K_p=1.16 Normalna glina K_p=1.16 (ilit)
T-47 (61.0-62.0 m) glina sa $CaCO_3$ konkrecijama	26.54	29.62	18° 25′	95.38	4	40	56	121.20	32.99	88.21	1.08	K_p=1.57 Aktivna glina (montmorionit)
T-47 (84.0-86.0m) glina sa komadima uglja	18.17	22.07	25° 55′	62.22	0	38	62	82.77	25.77	57.00	1.30	K_p=0.92 Normalna glina (ilit)
T-47 (103.0-104.0 m) glina sa komadima uglja	17.74	21.15	13° 39′	84.93	0	10	90	71.78	23.60	48.18	1.12	K_p=0.53 Neaktivna glina (kaolinit)
Gračanica – Gacko Uzorak 1 sivozelene gline	25.25	25.25	7° 30′	170.99	23	48	29	91.71	34.77	56.94	1.17	K_p=1.96 Aktivna glina (montmorionit)
Gračanica – Gacko Uzorak 2 sivozelene gline	22.67	22.67	7° 54′	190.75	23	47	30	91.40	39.75	51.64	1.33	K_p=1.72 Aktivna glina (montmorionit)
Tamnava – Zapadno polje Uzorak -1, proslojak	43.50	43.50	9° 30′	10.00	0	85	15	82.00	31.00	51.00	0.75	K_p=3.40 Aktivna glina (montmorionit)

5. ZAKLJUČAK

Rezultati ispitivanja granulometrijskog sastava i utvrđeni indeks plastičnosti na Slici 1, jasno pokazuju da procenat čestica < 0.002 μ ne utiče na koloidalnu aktivnost, već njihov mineraloški satav. Indeks konsistencije > 1.0 ukazuje na čvrsto stanje kosistencije, koje dovodi do visokih vrednosti kohezije. Primer proslojka sivozelene gline, debljine svega oko 5 cm,

izdvojenog u neposrednoj krovini uglja na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje pokazuje uticaj povećana vlažnost ($w > w_p$) na stanje konsistencije, što dovodi do smanjenja vrednosti prametara čvrstoće na smicanje.

Jedna od posledica eksploatacije je i izmena režima podzemnih voda i stvaranje zateznih pukotina zbog čega ovi slojevi mogu promeniti stanje konsistencije. Problem nastaje kada zbog izmenjenog stanja konsistencije ovih slojeva nije moguće održati projektovanu geometriju radnih etaža i završnih kosina. Kao što je istaknuto u samoj definiciji ″glina″ očvršćavanje, odnosno izmena stanja konsistencije moguće je jedino sušenjem ili pečenjem.

Sanacija kosina poremećene ravnoteže bilo nekom od veoma skupih metoda ili smanjenjem ugla završne kosine poskupljuje znatno troškove proivodnje pa se ulaganja u geomehanička ispitivanja i mere sprečavanja povećanja vlažnosti višestruko isplate.

Napomena: Ovaj rad je pristekao iz Projekata TP36014, TP33003 i TP 33025 koje finasira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

Literatura

1. Nonveiller E.: Mehanika tla i temeljenje građevina, Zagreb, 1979.
2. Cvetković M.: Studija geomehaničkih uslova eksploatacije ležišta uglja Tijanje, RGF, Univerzitet u Beogradu, 1986.
3. Radević V.: Gline, Prvo savetovanje o površinskoj eksplotaciji glina, Kanjiža, 1995.
4. Cvetković M., Popović R., Majstorović J.: Geomehanička istraživanja u fazi eksploatacije i njihov znača, Prvo međunarodno savetovanje o površinskoj eksploataciji uglja UGALJ ′98, Beograd, 1998.
5. Cvetković M., Majstorović J., Marković Z.: Stabilnost kosina etaža u laporcu u funkciji prostornog položaja glinovitog proslojka, V Međunarodna naučna konferencija o površinskoj eksploataciji, OMC ′02, Aranđelovac, 2002.
6. Krstović S., Leković B., Mitrović V., Malbašić T.: Stabilnost glinovitih slojeva u procesu izrade dubokih bušotina, IV Međunarodno savetovanje o površinskoj eksploataciji glina, GLINA 2004, Aranđelovac, 2004.
7. Kvaščna P., Domitrović D.: Mehanika tla, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Univerzitet u Zagrebu, 2007.

STABILIZACIJA I REKULTIVACIJA KOSINA RUDARSKIH ODLAGALIŠTA PRIMJENOM PROTIVEROZIONIH MREŽA

STABILIZATION AND RECLAMATION OF SLOPES AT MINE DUMP SITES BY APPLICATION OF ANTI-EROSION GRIDS

Malić N.[1], Jakovljević I.[2]

Apstrakt

Stabilizacija i rekultivacija završnih kosina odlagališta otkrivke je od izuzetne važnosti za kvalitetno provođenje tehničke i biološke rekultivacije ravnih površina (deposola na etažnim ravnima i završnim platoima). Radovi rekultivacije na kosinama su isključivo namjenjeni smanjenju intenziteta i negativnih efekata vodne erozije. Istražni i izvedbeni radovi su provedeni na južnim završnim kosinama unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Raškovac u Stanarima (opština Doboj, Republika Srpska - BiH). Metodologija je obuhvatila primjenu 4 vrste protiverozionih mreža: 1) 3-D polipropilenskageomreža - multimat; 2) kokos prostirka - hasura; 3) polietilen (PEHD) geomreža - geosaće; 4) geomreža sa središnjim organskim slojem. Radovi na postavljanju protiverozionih mreža su provedeni u periodu 2011-2013. godine. Ove mreže se koriste na kosinama odlagališta gdje se ne vrši smanjenje nagiba. Nakon postavljanja i učvršivanja mreža, na neke vrste vrši se nanošenje humusnog materijala, a potom se vrši sjetva travnodjetelinske smješe uz prethodno đubrenje. Uspjeh rekultivacije ovakvom metodom zavisi od: vrste PEM-e, osobina deposola (tipa supstrata) na kosini odlagališta, načina i roka provođenja aktivnosti, klimatskih uslova i dr. Rezultati ovog vida rekultivacije i stabilizacije mogu se ispoljiti već u prvoj i narednoj vegetaciji nakon ozelenjavanja - postavljanja protiverozione mreže i zatravljivanja. Rezultati dobijenim početnim radovima mogu se

[1] mr Nenad Malić, EFT - RiTE Stanari, Republika Srpska - BiH
[2] dr Ivica Jakovljević, EFT - RiTE Stanari, Republika Srpska - BiH

primijeniti u provođenju rekultivacije i ostalih kosina rudarskih odlagališta otkrivke.

Ključne riječi: kosina odlagališta, rekultivacija, protiveroziona mreža, Stanari

Abstract

Stabilization and reclamation of the final slopes at overburden dump sites is very important for the implementation of qualitative technical and biological reclamation of flat surfaces (deposols at bench planes and final plateaus). Reclamation works at slopes are only intended to decrease the intensity and the negative effects of water erosion. Investigation and performance works were carried out at the southern slopes of the final internal dump site of Raskovac open pit in Stanari (municipality of Doboj, Republic of Srpska - BiH). The methodology included the use of 4 types of anti-erosion grids: 1) 3D polypropylene geogrid - multimat, 2) coir matting - mat, 3) polyethylene geogrid - geocomb; 4) geogrid with central organic layer. Works on installation of anti-erosion grids were conducted in the period from 2011 to 2013. These grids are being used at the slopes of dump sites where the slope inclination is not being decreased. After the installation and fixation of the grid, humus layer is applied on some types, after which the planting of clover - grass mixture is performed with prior fertilization. The success of reclamation by application of this method depends on the following: the type of anti-erosion grids, the deposol characteristics (type of substrate) at the slope of dump site, the terms of implementation activities, climatic conditions, etc. The results of this type of reclamation and stabilization can be manifested in the first and subsequent vegetation after greening - installation of anti-erosion grids and grass seeding. Results obtained by the initial works can be applied in the implementation of reclamation at other slopes of mine dump sites.

Key words: slope at dump site, reclamation, anti-erosion grid, Stanari

1. UVOD

Površinski kopovi, kao najupečatljiviju negativnu konsekvencu prouzrokuju formiranje velikih površina degradiranog zemljišta, od kojih su najkarakterističniji duboki krateri i deponije jalovine (odlagališta otkrivke). Površinski slojevi novonastalih odlagališta se determinišu kao tip zemljišta - deposol. Deposoli su prema poslednjoj klasifikaciji zemljišta/tala u BiH (Resulović i sar., 2008), svrstani u VII klasu terestričnih (automorfnih) zemljišta - klasa tehnogenih zemljišta (tehnosoli); I podklasa: zemljišta na izmjenjenom prirodnom supstratu. Prema istim autorima, deposol kao vještački stvoren profil nosi oznaku Y1-Y2-Y3… ili Ydp-Y1… Istoj podklasi (od ukupno 6) pripada i rekultisol, koji determiniše rekultivisanu

površinu odlagališta, sa oznakom jY-Y1-Y2. Ovakvi supstrati prema WRB referentnimgrupama (FAO/UNESCO klasifikacija,cit. Hadžić i sar., 2001), determinišu se kao *Anthropogeomorphic soil material* - nekonsolidovana mineralna ili organska materija, tj. *Anthrosols* (AT) – antropogeno tehnogena zemljišta.

Plodnost većine tehnogenih zemljišta je najčešće mala. Snabdjevenost osnovnim biogenim elementima biljne ishrane je izuzetno niska (Veselinović, 1995; Stojanović i sar., 1977). Osim deficita hranjivih materija tehnogena zemljišta su uopšte siromašna pedobiosom i organskom materijom.

Intenziviranjem rudarskih radova na površinskom kopu Raškovac i budućem površinskom kopu Ostružnja (opština Doboj, Republika Srpska - BiH), zbog obezbjeđenja dovoljne količine uglja za snabdjevanje termoelektrane Stanari, uslijediće ubrzana degradacija životne sredine. Naročito negativan efekat na životnu sredinu ima formiranje površina jalovinskog materijala (otkrivke) na spoljašnjim i unutrašnjim odlagalištima (tehnogene tvorevine). Odlaganjem otkrivke, ukupno stvorena tehnogena zemljišta do kraja vijeka eksploatacije u stanarskom rudnom basenu, imaće zapreminu oko 4 miliona m^3 čvrste materije, odnosno površinu veću od 1.000 ha (Lončar i sar. 2009).

Dosadašnji radovi na tehničkoj i biološkoj rekultivaciji su u najvećoj mjeri usmjereni na stabilizaciju završnih kosina i etažnih ravni formiranih odlagališta otkrivke. Stabilizacija kosina i smanjenje negativnih efekata vodne erozije (površinske i dubinske) mjerama rekultivacije su značajni za kasnije uspješnije korišćenje i drugih većih ravnih površina odlagališta (završni platoi) kroz određene mogućnosti trajnog iskorišćavanja.

Novostvorena tehnogena zemljišta (deposoli) potrebno je rekultivisati i omogućiti njihovo iskorišćavanje u određene namjene (Pavlović, 2000). Prema dosada urađenim projektima rekultivacije za stanarski ugljeni basen, vodeći pravci rekultivacije su poljoprivreda i šumarstvo. Prema dugoročnom planu rekultivacije ovog rudnika (Lončar i sar., 2009), završni platoi odlagališta i druge ravne površine namjenjene su za poljoprivrednu rekultivaciju, zbog kasnijeg mogućeg uspostavljanja određenih plodorednih sistema biljne proizvodnje na njima. Rekultivacija kosina odlagališta predstavlja uopšte veći problem (i na drugim kopovima) u ukupnoj rekultivaciji, u odnosu na rekultivaciju ravnih površina. Osnovna namjena i cilj rekultivacionih radova na kosinama jeste stabilizacija odlagališta i smanjenje intenziteta vodne erozije.

Ukupna površina kosina za rekultivaciju u stanarskom ugljenom basenu iznosi oko 50 ha. Značajnije završne kosine (kosine većeg nagiba, a koje se nalaze u blizini građevinskih i drugih objekata) će biti podvrgnute rekultivaciji primjenom protiverozionih mreža. Ovakvi radovi se mogu

definisati kao direktne mjere borbe protiv erozije u kombinaciji tehničkih (postavljanje mreža) i bioloških mjera (sjetva smješa trava i djetelina nakon postavljanja mreže).

Na odlagalištima površinskog kopa Raškovac je u proteklom periodu primjenjivano nekoliko načina i oblika rekultivacije kosina. Rekultivacija kosina primjenom protiverozionih mreža je novijeg datuma u rudniku Stanari i prvi radovi predstavljaju eksperimentalne mjere (Trbić i sar., 2011).

Usljed heterogenosti materijala na završnim kosinama odlagališta, te različitog oblika i nagiba, vrlo je važan pravilan izbor tipa protiverozione mreže. Relativno visoka cijena koštanja mreže direktno utiče na izbor i veličinu površine. Krajnji cilj rekultivacije kosina korišćenjem ovih metoda je formiranje stabilne kosine pod vještačkom livadom. Za ostvarivanje krajnjeg cilja potreban je pravilan izbor i biljnih vrsta (trava i djetelina) u sjetvi, kao i kasnije provođenje mjera njega tokom narednih vegetacija (đubrenje, košenje i dr.).

2. EKOLOŠKI USLOVI U RUDNIKU STANARI

Edafski (zemljišni) uslovi. Poput ostalih deposola i stanarski deposol predstavlja zemljište ekstremno niske plodnosti (Malić, 2010). Na osnovu redovnih ispitivanja osnovnih fizičkih i hemijskih osobina, daće se kraći opis rezultata provedenih ispitivanja plodnosti deposola na materijalima koji su podvrgnuti mjerama rekultivacije. To su uglavnom bili slojevi otkrivke sa visokom vrijednošću sitnih frakcija pijeska.

Relativno visoka vrijednost specifične mase stanarskog deposola je rezultat prisustva minerala kvarca (Sm = 2,54 g/cm^3). Mineralne čestice zemljišta imaju znatno veću specifičnu u masu u odnosu na organsku materiju, naročito kvarc (2,55-2,66 g/cm^3, Živković, 1991). Vrijednost zapreminske mase deposola (Zm = 1,37 g/cm^3) ukazuje na djelimičnu zbijenost zemljišta. Visoka vrijednost zapreminske mase zemljišta je karakteristična, kako za jako zbijene glinuše i ilovače zbog male poroznosti, tako i za pjeskuše zbog većeg prisustva primarnih minerala (posebno kvarca). S obzirom na poroznost, istraživana zemljišta predstavljaju srednje povoljnu sredinu za kretanje vode. Deposoli imaju nizak kapaciteta za vazduh. Mehanički sastav većeg dijela odlagališta je glavni faktor slabog kapaciteta za vazduh. Naime, ovdje dominiraju frakcije sitnog pijeska, odnosno slaba je prisutnost makropora. Analize mehaničkog ili granulometrijskog sastava ukazuju da se radi uglavnom o ilovasto pjeskovitom zemljištu.

Predmetni deposoli su vrlo kisele i umjereno kisele reakcije (pH y KCl se kreće od 4 do 5). Kiselost stanarskih deposola je veća u odnosu na kolubarske deposole, a npr. dosta manja od deposola iz rudnika bakra Majdanpek u Srbiji (Golubović-Ćurguz i sar., 2010). Procenti organske

meterije označavaju ovaj tehnosol kao slabe i srednje humoznosti, dok čistog humusa skoro da nema. Po sadržaju lakopristupačnog fosfora i kalijuma, ispitivani deposoli su svrstaniu kategoriju vrlo siromašne obezbjeđenosti. Nizak sadržaj hranjivih elemenata je karakterističan za većinu tehnogenih zemljišta (Resulović i sar., 2008). Zemljište sa većim sadržajem ukupnog azota po pravilu imaju više humusa u sebi, pa su i plodnija. Nizak sadržaj organske materije, a time i azota u deposolu je vjerovatno ključni razlog i slabe biološke aktivnosti, kako u površinskim tako i dubljim slojevima.

Klimatski faktori (mjerenje osnovnih klimatskih karakteristika na p.k. Raškovac se vrši do 2006). Prosječna količina padavina za protekli sedmogodišnji period (2006-2012) iznosi 751,84 l/m^2. Za isti period izmjerena srednja mjesečna temperatura vazduha bila je 11,23 ^{O}C.

3. AKTIVNOSTI NA REKULTIVACIJI ZAVRŠNIH KOSINA ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA RAŠKOVAC

Provedene mjere biološke rekultivacije kosina odlagališta na površinskom kopu Raškovac u proteklom periodu se dijele na dva osnovna pravca:

- Poljoprivredni pravac rekultivacije i
- Rekultivacija pošumljavanjem.

Poljoprivredni pravac rekultivacije je realizovan primjenom dva sljedeća osnovna oblika:

- **Rekultivacija i stabilizacija kosina postavljanjem protiverozionih materijala** (mreža), što i jeste tema rada. Rekultivacija kosina na ovaj način je vršena na završnim kosinama odlaganja koje imaju ugao nagiba preko 30° (i koji najčešće nije u mogućnosti da se smanji u okviru realizacije tehničke rekultivacije). Korišćeni protiverozioni materijali (mreže) su sledeći:

- 3-D polipropilenska geomreža - multimat;
- kokos prostirka - hasura;
- polietilen (PEHD) geomreža - geosaće (visine 5 cm);
- geomreža sa središnjim organskim slojem.

- **Rekultivacija kosina direktnom sjetvom u obrađeni deposol** vrši se na tehnički uređenim kosm površinama manjeg nagiba (do 15°) i materijalima koji sadrže glinovite frakcije više od pjeskovite.

Dosadašnji radovi većim dijelom predstavlju oblike istraživanja radi pravilnog odabiranja odgovarajuće i najefikasnije protiverozione mreže. Postavljanje mreža je vršeno u dva agroekološka roka za sjetvu travnodjetelinskih smješa (proljetni i ljetno-jesenji sjetveni rok), jer postavljanje bilo kog tipa mreže prati i zasijavanje odgovarajuće smješe

trava i djetelina. Ovi zahvati u potpunosti predstavljaju biološku fazu rekultivacije. Prije postavljanja mreža vrše se korektivni zahvati tehničke rekultivacije na kosinama s ciljem zapunjavanja erodovanih površina (kanali površinske i dubinske erozije). Ovo se najčešće vrši hidrauličnim bagerima, a manji zahvati i ručno. Postavljanje mreža se isključivo vrši ručno, kao i sjetva.

Izbor odgovarajućeg tipa PEM-e zavisi od više faktora: pedoloških osobina deposola (tipa supstrata) na kosini odlagališta, dužine i nagiba kosine, potencijalnih zahtjeva za rekultivaciju, cijene koštanja mreže i dr. U Tabeli 1 prikazana je količina ugrađenih protiverozionih mreža na završnim kosinama unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Raškovac - Stanari.

Tabela 1. Rekultivisane površine (m^2) sa PEM-a i vrijeme postavljanja

Vrsta protiver. mreže / Vrijeme ugradnje		3-D polipropilenska geomreža - multimat	Kokos prostirka - hasura	Polietilen (PEHD) geomreža - geosaće	Mreža sa središnjim organskim slojem	Ukupno (m^2)
2011.	Proljetni rok	3.000	2.000	-	-	5.000
	Ljetno-jesenji rok	-	-	-	-	-
2012.	Proljetni rok	-	-	-	1.150	1.150
	Ljetno-jesenji rok	-	-	5.000	3.300	8.300
2013.	Proljetni rok	-	-	5.000	3.000	8.000
	Ljetno-jesenji rok	-	-	7.500	2.500	10.000
Ukupno (m^2)		3.000	2.000	17.500	9.950	32.450

Iz Tabele 1 se može vidjeti da trend korišćenja protiverozioh mreža ide u korist geosaća. Ova metoda je vrlo efikasna i daje pouzdanija rješenja od drugih materijala i to u relativno kratkom vremenskom roku, a najviše je primjenjivana na kvarcnom pijesku i u određenoj mjeri na glinovitom materijalu. Vrijeme postavljanja protiverozionih materijala (mreža) se više izvodi u ljetno-jesenjem sjetvenom roku zasnivanja vještačkih livada sjetvom travnodjetelinskih smješa. U ovom sjetvenom roku usjev ima bolji porast sijanih vrsta, dobija se prednost u jednoj kalendarskoj godina i manja je prisutnost korova u narednoj vegetaciji (u odnosu na proljetnu sjetvu), pod uslovom da je obezbjeđena minimalna količina vodenog taloga neophodna za nicanje biljaka.

Tehnologija postavljanja protiverozionih mreža se u izvjesnoj mjeri razlikuje u zavisnosti od pojedinih tipova. Izvođenje radova pri postavljanju multimat mreže i geosaća, sastoji se od sljedećih postupaka:

1. Priprema - ravnanje površine, kao oblik tehničke rekultivacije.
2. Đubrenje - primjena mineralnih đubriva (doza mineralnog NPKđubriva: 400-500 kg/ha u zavisnosti od supstrata i humusnog sloja).
3. Postavljanje mreže i ankerisanje (polaganje u iskopani rov).
4. Nanošenje sloja zemljišno-humusnog materijala i jednako planiranje po površini.
5. Sjetva travno djetelinske smješe (sjetvena norma: 40 kg/ha) i fino planiranje zemlje.

Tehnologija postavljanja hasura i geomreža sa središnjim organskim slojem je rađena primjenom sljedećih postupaka:

1. Priprema površina - uređenje (korektivno ravnanje) kosine.
2. Primjena mineralnih đubriva.
3. Sjetva travno djetelinske smješe.
4. Postavljanje protiverozione mreže sa ankerisanjem.

Hasure i geomreža mreža sa središnjim organskim (slamnatim) slojem predstavljaju materijal koji se može koristiti za direktno polaganje po kosinama uz đubrenje i sjetvu travnodjetelinskih smješa (bez humusa). Primjena geomreže sa središnjim organskim slojem u drugoj varijanti je ta; da se postavljanje vrši preko prethodno nanešenog humusa u tankom sloju (2-3 cm).

Za postizanje punog efekta u smanjenju vodne erozije na završnim kosinama odlagališta metodom primjene bilo koje protiverozione mreže veliki značaj imaju nagib i dužina kosina (nagib do 30°, a dužina bi trebala iznositi maksimalno 10-12 m). S toga pripremu kosina u okviru tehničke rekultivacije treba izvoditi pravovremeno i u punoj mjeri (ravnanje kosine i dijela neposredno uz ivicu kosine).

Rezultati ovog vida rekultivacije i stabilizacije mogu se ispoljiti već u prvoj i narednoj vegetaciji nakon ozelenjavanja - postavljanja protiverozionih mreža i zasijavanja. Rezultati dobijenim početnim radovima mogu se primijeniti u provođenju rekultivacije i ostalih kosina rudarskih odlagališta otkrivke.

U nastavku su prikazane fotografije postavljanja pojedinih tipova mreža, kao i postignuti efekti ukupne rekultivacije kosina.

Slika 1. Postavljanje multimat mreže

Slika 2. Nicanje trave kroz hasuru

Slika 3. Postavljanje geosaća

Slika 4. Postavljanje geomreže sa organskim slojem

Slika 5. Završne kosine odlagališta

Slika 6. Stanje završnih kosina nakon provedenih mjera

4. ZAKLJUČAK

Rekultivacija kosina rudarskih odlagališta predstavlja izuzetan značaj u ukupnoj rekultivaciji degradiranih površina nastala površinskom eksploatacijom.

Uspjeh rekultivacije primjenom protiverozionih mreža zavisi od: vrste protiverozione mreže, osobina deposola i supstrata, nagiba i dužine kosine, načina i roka provođenja aktivnosti, klimatskih uslova tokom vegetacije i dr.

Rezultati dobijeni upotrebom protiverozionih mreža ukazuju na činjenicu da njihova primjena ima opravdanost u rekultivaciji deposola na značajnije pozicioniranim završnim kosinama odlagališta i završnim kosinama većeg nagiba, odnosno na kosinama koje se nalaze u blizini infrastrukturnih objekata, građevinskih i rudarskih objekata, vodotokova i sl.

LITERATURA

1. Golubović-Ćurguz, V., Dražić, D., Veselinović, M., Miletić, Z.: Mikrobiološka aktivnost deposola rudnika Majdanpek i mogućnost preživljavanja sadnica u njima, Zbornik radova Međunarodne konferencije: Degradirani prostori & ekoremedijacija, Beograd, 2010., str. 367-378.
2. Hadžić, V., Vasin, J., Nešić Ljiljana, Belić, M.: Prikaz nove svjetske baze za zemljišne resurse - Word Reference Base for Soil Resources (WRB), Zbornik referata XXXV seminara agronoma, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 2001., str. 375-384.
3. Lončar, S., Đurović, M., Trbić, M., Malić, N.: Presjek dugoročnog plana rekultivacije površinskih kopova ugljenog basena Stanari, Zbornik radova VIII međunarodne konferencije - Nemetali 2009, Vrujci, 2009., str. 126-133.
4. Malić, N.: Sideracija kao agrotehnička faza eurekultivacije spoljašnjeg odlagališta površinskog kopa Raškovac - Stanari, Magistarska teza, Univerzitet u Banjaluci: Poljoprivredni fakultet Banjaluka, 2010.
5. Pavlović, V.: Rekultivacija površinskih kopova i odlagališta, Univerzitet u Beogradu: Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2000.
6. Resulović, H., Čustović, H., Čengić, I.: Sistematika tla/zemljišta (nastanak, svojstvaiplodnost), Univerzitet u Sarajevu: Poljoprivredno - prehrambeni fakultet Sarajevo, 2008.
7. Stojanović, D., Martinović, B., Vučković, M., Simić, S., Filipović, R.: Hemijski sastav zemljišta oštećenih rudarskim radovima, Zemljište i biljka, 1977., Vol. 26, No. 2, str. 141-146.

8. Veselinović, D.: Fizičko-hemijski osnovi zaštite životne sredine (Knjiga I: Stanja i procesi u životnoj sredini), Univerzitet u Beogradu: Fakultet za fizičku hemiju Beograd, 1995.
9. Trbić, M., Matko-Stamenković Una, Malić, N.: Eksperimentalne mjere zaštite od erozije na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Raškovac primjenom savremenih tehnologija, Zbornik radova V Međunarodne konferencije Ugalj 2011, Srbija - Zlatibor, 2011., str. 406-412.
10. Živković, M.: Pedologija (prva knjiga - geneza, sastav i osobine zemljišta), Univerzitet u Beogradu: Poljoprivredni fakultet i Naučna knjiga, Beograd, 1991.
11. DRP površinskog kopa. Raškovac - Tehnički projekat rekultivacije, Rudarski institut, Banja Luka, 2010.
12. Studija nastavka eksploatacije uglja u basenu Stanari sa otvaranjem i razvojem PK Ostružnja, Rudarski institut, Banja Luka, 2012.

NEKONVENCIONALNE METODE PROCENE INVESTICIONIH PROJEKATA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI UGLJA

UNCONVENTIONAL ASSESSMENT OF INVESTMENT PROJECTS IN SURFACE COAL MINING

Mitrović S.[1]

Apstrakt

Odluke vezane za skupe i dugoročne rudarske projekte moraju biti podvrgnute strogoj i logički-konzistentnoj tehno-ekonomskoj i finansijskoj analizi. Drugim rečima, za kompetentno investiciono odlučivanje neophodno je primeniti kvantitativnu analizu koja omogućuje inkorporaciju i racionalizaciju menadžerske intuicije, društveno ekonomske ili nacionalne strateške koristi. Koncept koji to omogućava jeste primena nekonvencionalnih metoda kao dopuna konvencionalnim metodama ocene rudarskih investicionih projekata.

Ključne reči: ocena investicionog projekta, konvencionalna metoda, nekonvencionalna metoda

Abstract

Decisions relating to the costly and long-term mining projects must be subject to rigorous and logically consistent-techno-economic and financial analysis. In other words, competent investment decisions necessary to provide a quantitative analysis enables the incorporation of intuition and rationalization of management, socio-economic or national strategic benefits. The concept is that it allows the use unconventional methods to supplement conventional methods of assessment of mining investment projects.

Key words: evaluation of investment projects, conventional method, unconventional methods

[1] Mitrović Slobodan, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd

1. UVOD

Ocenjivanje kapitalnih ulaganja, kakvi su investicioni projekti u površinskoj eksploatacioji uglja, je specifičan način merenja odnosa koristi i troškova u definisanom vremenskom trajanju projekta. Rezultati ocene su bazna osnova za donošenje pozitivnih ili negativnih investicionih odluka. Svaka metoda ocene mora kvantitativno argumentovati prihvatljivost ili neprihvatljivost investicionog projekta. Generalno metode za ocenu investicionih projekata u sebi sadrže tradicionalni ili oportuni pristup, odnosno konvencionalne ili nekonvencionalne metode.

Poslednjih godina, nekonvencionalni pristup i metode u oceni rudarskih investicionih projekata dobija sve više na značaju jer uključuju i uvažavaju elemente za ocenjivanje koji značajno mogu da doprinesu na polju procene projekata u uslovima mnogih neizvesnosti koje prate rudarske projekte.

Mnogi autori su se bavili ovim problemom i dokazali da u uslovima neizvesnosti, nekonvencionalne metode analize projekata imaju bolji učinak nego metode konvencionalnog eskontovanog novčanog toka (DCF), kao što su neto sadašnja vrednost (NVP) i interna stopa prihoda (IRR). Glavni razlog za ovu konstataciju je taj što one mogu da u postojeće konvencionalne analize uključe vrednost menadžerske fleksibilnosti, ekonomsku vrednost projekta na širu zajednicu kao i rizike i neizvestosti koji proističu iz preeksploatacione faze projekta, odnosno faze istraživanja (geoloških, hidrogeoloških, tržišnih, ekoloških itd.). Nekonvencionalne metode ocene rudarskih investicionih projekata nisu alternativa već su dopuna konvencionalnim metodama.

2. NEDOSTATCI KONVENCIONALNIH METODA ZA EVAULACIJU RUDARSKIH INVESTICIONIH PROJEKATA

Poznato je da rudarski investicioni projekti podrazumevaju ogromne investicije, dug vremenski horizont, sekvencijalnu prirodu investicionih odluka i kompleksni mozaik brojnih nepoznanica koje utiču na vrednost projekta.

U ovakvom kontekstu, korišćenje konvencionalnih metoda za evaluaciju rudarskih investicionih projekata na bazi diskontovanog novčanog toka, kao što je NPV metod, nije adekvatno. Ovakav zaključak baziran je u osnovnoj pretpostavci NPV metoda da je investicioni ambijent statičan i da se oslonja na statičku prognozu novčanog toka projekta. Jednostavnom projekcijom priliva i odliva gotovine tokom veka trajanja projekta i njihovim svođenjem na sadašnju vrednost, uz pomoć obično arbitrarno izabrane diskontne stope, dolazi se do jednog broja, za koji se veruje da odražava vrednost projekta. Na osnovu tog broja donose se zatim odluke o prihvatanju ili neprihvatanju realizacije projekta.

Dinamičnost, turbulentnost i sekvencijalnost investicionog procesa u rudarskim projekatima ukazuje na činjenicu da je svaka statička prognoza u ovom kontekstu pogrešna, često dramatično pogrešna. Naime, neke empirijske analize su pokazale da je NPV metod izuzetno problematičan kada postoji veliki broj nepoznanica koje utiču na vrednost rudarskog projekta. NPV metoda predstavlja fiksirani plan ili samo jednu opciju od mnoštva mogućih puteva kojima projekat može da krene u stvarnoj realizaciji. Rudarske projekte po pravilu prati veliki broj geoloških, tehnoloških, tehničkih, ekonomskih, ekoloških, socijalnih i finansijskih rizika. Niko unapred, precizno i sa sigurnošću ne može znati koliki će značaj imati na realizaciju projekta bilo koji od pomenutih rizika i kolika će biti pouzdanost realizacije pojedinih projektnih aktivnosti kao i samog projekta u celini.

Svi rizici na rudarskom projektu su nepoznanice koje determinišu vrednost projekta, pa se može zaključiti da je vrednost projekta, kao funkcija slučajnih promenljivih, i sam slučajna promenljiva.

Obzirom da NPV metod zanemaruje evaulaciju bitnih nepoznanica, odnosno rizika, zanemaruje se i mogućnost fleksibilnog menadžerskog reagovanja, društveno ekonomske koristi ili pak nacionalne strateške koristi. Zanemarivanjem pomenutih reagovanja i koristi moguće je da se vrednost projekta se potceni, ponekad veoma značajno. Upravo iz tog razloga često se dešava da projekat ne deluje obećavajuće kada se pogleda NPV na papiru ali da menadžeri ipak lansiraju projekat u ime strateških razloga. Drugim rečima, javlja se kontradikcija između ocene projekta na bazi NPV rezultata i ocene projekta na bazi menadžerske intuicije. Da bi se ova kontradikcija relativizovala, često se primenjuje postupak unazad i dobijeni rezultati NPV metode se podešavaju kako bi NPV na papiru izgledao prihvatljivo. Sigurno je da ovakva praksa nema racionalnog niti konceptualnog osnova i svakako potcenjuje kredibilitet svih tehno-ekonomskih i finansijskih analiza prilikom donošenja bitnih investicionih odluka.

3. NEKONVENCIONALNE METODE OCENE INVESTICIONIH PROJEKATA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI UGLJA

Odluke vezane za skupe i dugoročne rudarske projekte, koji mogu uticati čak i na sudbinu rudarske kompanije, moraju biti podvrgnute strogoj i logički-konzistentnoj tehno-ekonomskoj i finansijskoj analizi. Drugim rečima, za kompetentno investiciono odlučivanje neophodno je primeniti kvantitativnu analizu koja omogućuje inkorporaciju i racionalizaciju menadžerske intuicije, društveno ekonomske ili nacionalne strateške koristi. Koncept koji to omogućava jeste uz primenu konvencionalnih, kao dopuna i primena nekonvencionalnih metoda ocene rudarskih investicionih projekata.

3.1. Metoda realnih opcija

Jedna od često korišćenih nekonvencionalnih metoda ocene rudarskih investicionih projekata je metoda realnih opcija (ROV). Glavna osobina ROV metode je ta što u ukupnu ocenu projekta uključuje menadžersku fleksibilnost koja može da promeni ili reviduje odluke u vezi sa uslovima realizacije rudarskog projekta. Primenjujući diskontovane procedure, vrednost projekata procenjenih putem ROV metode je uvek viša od procena napravljenih NPV metodom a razlika zavisi od stepena i nivoa neizvesnosti i od profitabilnosti projekata za koje se vrši procena. Druga značajna razlika je između ROV i DCF metode je u vezi sa načinom procene rizika u novčanim tokovima. Naime, konvencionalna analiza ne uzima u obzir razlike u profilu rizika između troškova i prihoda, dok se u metodi ROV ta razlika uzima u obzir.

Tipični rizici za rudarski projekat, ukoliko on za proizvod ima samo jedan artikal (glavni proizvod), kakvi su inače rudnici sa površinskom eksploatacijom uglja, su geološki rizik, rizik u vezi sa cenom uglja i kursni rizik. Ovo je i najmanji broj rizika koji će uticati na profitabilnost rudnika.

Od pomenuta tri neizbežna rizika po rudarski projekat, svakako najznačajniji je geološki rizik, odnosno nepoznanice u vezi kvantitativne i kvalitativne ocene ležišta u preeksploatacionoj fazi rudarskog projekta, koji se može značajno umanjiti povećanjem pouzdanosti geoloških istražnih radova i njihove interpretacije.

3.2. Cost-benefit analiza

Cost-benefit analiza (CBA) je tehnika procene projekta i razvijena je kao odgovor na nedostatke finansijskih analiza investicionih projekata. Generalno, tradicionalna finansijska analiza ispituje gotovinske tokove investicionog projekta bez razmatranja troškova i koristi koje projekat donosi društvu kao celini. Ovo je bitna razlika, s obzirom na to da finansijska analiza može pružiti dovoljno opravdanja za isključivo komercijalni efekat projekta površinske eksploatacije uglja, ali ne daje dovoljno infromacija koje bi mogle da budu osnov za donošenje investicionih odluka. Kod privatnih investitora, rudarski projekat je uvek i komercijalni pa je finansijska analiza gotovinskih tokova dovoljna da investitor utvrdi da li očekivana stopa povraćaja opravdava investicioni rizik.

S druge strane, država kao investitor u rudnike sa površinskom eksploatacijom uglja osim čisto komercijalnog, gotovo uvek ima i strateške, energetske razloge jer energetska nezavisnost implikuje i druge strateške politike države. Zbog toga projekte sa niskom ili čak i negativnom stopom povraćaja investicije ne mora da znači da ih treba odbaciti jer imaju značajnu nefinansijsku vrednost.

U ovakvim slučajevima neophodnop je koristiti cost benefit analizu koja obezbeđuje procenu neto društveno-ekonomskih uticaja rudarskog projekta. U poređenju sa standardnom finansijskom analizom, CBA obuhvata i socijalnu dimenziju (u kojoj je društvo de facto investitor) i proverava da li ukupna korist od projekta za društvo prevazilazi ukupne troškove društva.

Glavna prednost CBA u pogledu procene državnih rudarskih investicionih projekata je da se ne uzimaju u obzir samo društveno-ekonomski uticaji, već i uticaj eksternih faktora, na primer netržišne efekte. CBA se u tržišnim privredama često primenjuje u sektoru rudarstva i životne sredine zato što se lako kvantifikuju i novčano izražavaju netržišni efekati.

U širem smislu, CBA obuhvata:

- Opis projekta kojim se pojašnjavaju ciljevi koje projektom treba ostvariti;
- Društveno-ekonomski kontekst projekta;
- Institucionalnu analizu nosioca projekta;
- Analizu kreditne sposobnosti nosioca projekta;
- Analizu potražnje proizvoda koji je rezultat projekta;
- Tehničko-tehnološku analizu projekta sa opcijama i investicionim troškovima za svaku opciju;
- Finansijsku analizu koja procenjuje finansijsku isplativost projekta iz perspektive nosioca projekta;
- Ekonomsku analizu koja predstavlja nadogradnju finansijske analize i uzima u obzir šire efekte projekta na društvo kao celinu, kao i na životnu sredinu;
- Analizu osetljivosti i rizika koja procenjuje glavne faktore rizika koji mogu da utiču na uspeh projekta.

Suštinska uloga CBA metode je da uveri sve zainteresovane strane da je rudarski projekat vredan rizika odnosno, treba na pravi način da proceni svaki oblik rizika (institucionalni, finansijski, operativni, geološki, ekološki i druge), koji mogu da utiču na realizaciju projekta. Zainteresovane strane mora da budu uverene da će projekat doneti neto društvenu korist i da će korist biti održiva u budućnosti.

3.3. Analiza isplativosti

Analiza isplativosti (CEA) je metoda za poređenje alternativnih projekata u kojima se isti efekati postižu na različite načine. Cilj analize je izabor projekta koji:

- za dati nivo rezultata, ima najmanju neto sadašnju vrednost troškova ili
- za date troškove ima najveći nivo proizvoda.

Analiza isplativosti je korisna na primer, za ekološke projekte u okviru projekata površinske eksploatacije uglja, čije je koristi teško/ili nemoguće izračunati, a čiji troškovi se mogu predvideti sa velikom tačnošću.

Takođe, ova metoda rešava i problem optimizacije resursa (mineralnih, opreme i sl.), koja se predstavlja u obliku:

- fiksnih troškova i n - alternativnih projekata, postizanje najveće efikasnosti (E),
- fiksnog rezultata i n - alternativnih projekata, postizanje najnižih troškova (C).

Iako se za svaku alternativu jednostavno može uporediti odnos troškova i rezultata (C/E), upoređenje se zasniva na odnosu uvećanih troškova i uvećanih rezultata. Na ovaj način se dolazi do saznanja koliko treba platiti za dodatnu meru ili korist. Kada je reč o dva projekta koji se međusobno isključuju (na primer dva površinska kopa u okviru jednog rudarskog basena), analiza uvećanja je potrebna kako bi se projekti rangirali i kako bi se izdvojio onaj koji je isplativiji.

3.4. Analiza višestrukih kriterijuma

Analiza višestrukih kriterijuma (*Multi criteria analysis* MCA) je instrument za obradu niza ciljeva koji se ne mogu obuhvatiti ekonomskim (računovodstvenim) cenama u standardnoj cost benefit analizi. Ova analiza je korisna u proceni investicija, kada se važni društveni ciljevi ne mogu adekvatno iskazati u finansijskoj i ekonomskoj analizi (kao što su energetska nezavisnost, zaštita životne sredine, društveni razvoj itd.).

Pojednostavljeno, ako je rudarski projekat finansijski neisplativ i ekonomski relativno neopravdan, projekat bi trebalo odbiti. Sa druge strane, predlagač projekta bi mogao kvalitativno da predstavi koristi od projekta koje se ne mogu kvantitativno izmeriti. To se postiže uspostavljanjem matrice u kojoj se efekti projekta mere naspram određenih kriterijuma (kao što su obezbeđenje energetskog bilansa i energetska nezavisnost, zaštita životne sredine, društveni razvoj i sl.). Tim kriterijumima se može pripisati određena težina, kako bi se projekat uporedio sa drugim projektima, po osnovu istih kriterijuma. Treba naglasiti da su kriterijumi i težina kriterijuma stvar procene i da su procene subjektivne. Zbog toga ovu metodu ne treba koristiti da bi se izabrao kao bolji, projekat sa većim efektima i niskom finansijskom i ekonomskom isplativošću, umesto ekonomski isplativog projekta sa manjim efektima već da bi se realno sagledala ukupna potencijalnost rudarskog projekta.

3.5. Analiza ekonomskih efekata

Analiza ekonomskih efekata (Economic impact analysis EIA) se koristi za ocenu uticaja investicije na konkretno društveno-ekonomsko okruženje. EIA analizira makroekonomske indikatore, predviđa uticaj projekta na ove indikatore i utvrđuje da li je potrebno obezbediti javnu podršku, sa aspekta postizanja ekonomskih koristi u konkretnoj oblasti.

Ova analiza, odnosno ocena rudarskog projekta može se koristiti za postizanje šireg ekonomskog uticaja rudnika na konkretnoj lokaciji. U kontekstu održivog rudarstva socijalni, ekonomski i ekološki uticaj investicionog projekta površinskog kopa uglja su međusobno povezani pri čemu se različite vrste ocene uticaja moraju integrisati u jedinstvenu ocenu uticaja.

EIA je dopuna cost benefit analizi u onoj meri u kojoj obezbeđuje dodatne informacije o makro efektima realizacije rudarskog projekta (npr. uticaj na regionalnu trgovinu, zaposlenost, uposlenost drugih privrednih kapaciteta, uticaj na rast BDP itd), a koje se ne mogu dobiti putem CBA i svakako nije njena alternativa.

4. ZAKLJUČAK

Analiza i vrednovanje rudarskih investicionih projekata je jedan od najkompleksnijih investicionih problema. Gotovo sve vreme životnog ciklusa, rudarske projekte prate nepoznanice i rizici. Oni su posebno izraženi u početnim fazama projekta, odnosno u svim fazama investicionog odlučivanja.

Očigledno je da rudarski projekti koji nose toliko rizika, za ocenu prihvatljivosti, zahtevaju više od primene NPV metode. Sofisticiranije nekonvencionalne metode kao dopuna konvencionalnim u značajnoj meri mogu pomoći da se smanje rizici i istovremeno poveća pouzdanost donošenja investicionih odluka na rudarskim projektima.

Najveća vrednost nekonvencionalnih metoda vrednovanja rudarskih projekata je uvođenje proaktivnog pristupa upravljanja rudarskim projektom. One same za sebe nisu dovoljne i ne garantuju da će odluke na bazi njihovih smernica dati nedvosmisleno bolji rezultat u kratkom roku. Međutim, ova metoda garantuje da će menadžeri razmišljajući o nepoznanicama i rizicima, koji su bitni za projekat, mnogo bolje ući u suštinu projekta kao i opcija koje podižu potencijalnost projekta. Suština nekonvencionalnih metoda je u tome da dopunjuju konvencionalni pristup u donošenju investicionih odluka na bazi bogatijeg asortimana i pouzdanosti informacija. Kao takve, sigurno se mogu primeniti i u uslovima rudarskih basena Elektroprivrede Srbije za ocenu investicionih projekata otvaranja novih ili proširenja postojećih površinskih kopova uglja, uvođenja novih tehnologija u otkopavanju, transportu, odvodnjavanju, preradi i tako dalje, posebno u uslovima kada su geološki i hidrogeološki uslovima u ovim basenima sve složeniji.

LITERATURA

1) Bowman, E. H. & Moskowitz, G. T.: Real Options Analysis and Strategic Decision, Making, Organization Science, Vol. 12, No. 6, November-December 2001.
2) Copeland, T. & Antikarov, V.: Real Options: A Practitioner's Guide, Texere, London, 2000.
3) Copeland, T. & Weiner, J.: Proactive Management of Uncertainty, The McKinsey Quarterly, Number 4, 1990.
4) European Commission,: Guide to cost-benefit analysis of investment projects, Brussels, 2002.
5) Slade M. E.: Valuing Managerial Flexibility: An Application of Real-Option Theory to Mining Investments, Journal of Environmental Economics and Management vol. 41, 2001.

KOMPONENTE ODRŽIVOG RAZVOJA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE UGLJA U KOLUBARSKOM BASENU

COMPONENTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SURFACE MINING IN KOLUBARA BASIN

Pavlović V.[1]

Abstrakt

Održivi razvoj površinske eksploatacije uglja podrazumeva planiranje u svim fazama površinske eksploatacije, koje omogućava da se na sistematski način upravlja budućnošću ovog sektora na osnovama širokog konsenzusa i zajedničke vizije svih zainteresovanih strana o boljoj, prosperitetnijoj i pre svega održivoj zajedničkoj budućnosti.

Ključne reči: održivi razvoj, površinska eksploatacija uglja, ekološki, sociološki

Abstract

Sustainable development of surface mining involves planning in all phases of surface mining, which allows for a systematic way to manage the future of the sector on the basis of broad consensus and a shared vision of all stakeholders of a better, more prosperous and above all a sustainable future together.

Keywords: sustainable development, surface coal mining, environmental, social

1. UVOD

Intenzivna površinska eksploatacija uglja u kolubarskom basenu u cilju proizvodnje električne energije nedvosmisleno je nužan preduslov kako za

[1] Pavlović Vlada, JP Elektroprivreda Srbije,PD RB Kolubara, Lazarevac

dalji razvoj PD RB Kolubare i EPS-a u celini tako i Republike Srbije. Ovo znači da eksploatacija uglja u ovom basenu nije pitanje izbora već egzistencijalna nužnost. Takođe, lignit iz ovog basena predstavlja resurs koji u dužem periodu u ovom veku treba da omogući energetsku nezavisnost države.

Površinska eksploatacija uglja sve više je određena mnogim pitanjima vezanim za ekološke i sociološke vrednosti. Budući da se okolnosti relevantne za određivanje optimalnih politika upravljanja menjaju u vremenu, održivo rudarstvo je vezano za strateške odluke koje će u potpunosti postići svoj cilj ako posluže da se na njihovim osnovama, kroz vreme, uspostavi sistem održivog upravljanja eksploatacijom uglja kao baznom sirovinom za proizvodnju električne energije u dužem periodu.

2. UTICAJ POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE UGLJA NA OKRUŽENJE

Koncept održivog razvoja podrazumeva usklađivanje niza raznorodnih sektorskih interesa i prioriteta. On reflektuje potrebu za promišljanjem željenog kvaliteta i realnog tempa društvenog razvoja, kao i potrebu za balansiranjem različitih društvenih vrednosti. Održiva površinska eksploatacija u ovom smislu podrazumeva usklađivanje ekonomskog rasta i razvoja sa interesom zaštite životne sredine i društvenim razvojem. U tom smislu, ekonomska održivost predstavlja potreban, ali ne i dovoljan uslov ostvarenja postulata održivog razvoja.

Uticaj rudarskih basena na okruženje može se posmatrati kroz identifikaciju i relativizaciju razvojnih konflikata i usaglašavanje različitih suprotstavljenih interesa. Konfliktnost razvoja u rudarskim basenima manifestuje se u domenu regionalnog razvoja (regionalni konflikti), nekompatibilnih proizvodnih funkcija (funkcionalni konflikti), korišćenja i uređenja prostora (prostorni konflikti), korišćenja prirodnih resursa i nepovoljan uticaj na okolinu (ekološki konflikti) i uticaj na ljude (sociološki konflikti).

Regionalni konflikti

U razvojnom i fukcionalnom pogledu, rudarski baseni nisu samostalne celine i ne mogu se posmatrati izdvojeno od širih teritorijalnih područja kojima pripadaju. Zbog velikih površina koje zauzimaju, rudarski baseni često pripadaju većem broju administrativnih celina (opština).

Dalje, rudarski baseni predstavljaju zone sa intenzivnim investicijama. Principi efektivnosti i efikasnosti nužno uslovljavaju koncentraciju proizvodnih kapaciteta a samim tim i koncentraciju investicija na malom prostoru koje su usmerene na proizvodnju uglja i elektrčne energije. Ovakva struktura investicija u širem društvenom kontekstu ima negativan društveni uticaj.

Funkcionalni konflikti

Rudarstvo kao delatnost, po pravilu, angažuje značajne materijalne i ljudske resurse. Ono u okruženju doprinosi, ili može da doprinese razvoju, uglavnom prerađivačke industrije. Naime, u područjima gde je osnovna delatnost rudarstvo, razvoj je, po pravilu, usmeren samo na kompatibilne delatnosti za koje se rudarstvo javlja kao korisnik. Iz ovoga proističu slični problemi koji se javljaju i kod regionalnih konflikata.

Prostorni konflikti

Generalno, svi konflikti koji se javljaju kao posledica uticaja rudarskih radova na okruženje su prostorni. Pod prostornim konfliktima, uglavnom se podrazumevaju konflikti kao što su zauzimanje velikih površina zemljišta, izmeštanje vodotoka i saobraćajne i druge infrastrukture, izmeštanje i uređenje novih naselja za preseljenje stanovništva iz zone rudarskih radova i tako dalje.

Sociološki konflikti

Rudarski baseni predstavljaju kompleksan prostor, tako da narušavanje funkcionalnih celina u prostoru ima posebnu težinu. Narušavanje tradicionalno formiranih ljudskih zajednica predstavlja zbog rudarskih radova je značajan problem koji se teško sanira i pored materijalnih i drugih nadoknada.

Na objektivno složenu situaciju u rudarskim basenima ukazuju sledeće činjenice: sa jedne strane relativno visoka naseljenost i izgrađenost prostora, koncentracija privrednih aktivnosti i druga obeležja jedne dinamične privredne sredine, a sa druge strane, specifični zahtevi površinske eksploatacije u pogledu zauzimanja zemljišta, izmeštanja naselja i stanovništva, saobraćajnica, vodotoka, industrijskih i drugih objekata koji se nalaze u zoni razvoja kopova.

Otvaranje kopa i razvoj rudarsko-energetsko-industrijskog kompleksa uvek ima za posledicu uticaj na razvoj naselja, kretanje stanovništva i procese urbanizacije, što dovodi do izvesnog stepena koncentracije u urbanim centrima i drugim naseljima koja se nalaze u neposrednoj blizini rudnika.

Preseljenje stanovništva pa i čitavih naselja, uglavnom se vrši se postepeno što izaziva poremećaje kod funkcionisanja kako postojećeg tako i novog naselja. Poseban problem predstavlja izmeštanje objekata sa javnim funkcijama, spomenika kulture, groblja i sl.

Pozitivan primer u odnosu na dosadašnju praksu preseljenja domaćinstava, predstavlja pristup preseljenju naselja Vreoci u Kolubarskom basenu, kome se prišlo na planski organizovani način, sa osnovnim ciljem da se ceo proces

preseljenja ostvari sa što povoljnijim efektima za stanovništvo i obezbede bolji uslovi i kvalitet življenja na novim lokacijama.

Ekološki konflikti

Zauzimanje površina za eksploataciju uglja, u osnovi je privremeno, obzirom na činjenicu da se korišćeno zemljište, nakon završetka eksploatacije, privodi ponovnom korišćenju. U tom smislu, u prostoru se ostvaruje određena morfološka i pejzažna rehabilitacija kroz proces koji obuhvata rekultivaciju zemljišta, revitalizaciju prirode i izgradnju potrebnih sadržaja.

Ukupna degradacija životne sredine u zonama uticaja eksploatacije uglja predstavlja ograničavajući faktor njenog daljeg razvoja. Granični kapacitet životne sredine uslovljava razvoj površinske eksploatacije, ali istovremeno i ukupni privredni i socijalni razvoj.

Generalno, postoji međusobna uslovljenost tehnoloških, ekoloških, prostornih, socijalnih i ekonomskih faktora razvoja velikih rudarskih basena. Ova uslovljenost može da izazove međusobne konflikte isto kao što može da bude i komplementarna. Konfliktnost se ispoljava u većoj meri prilikom sagledavanja kratkoročnih efekata površinske eksploatacije dok se komplementarnost povećava pri sagledavanju ukupnih efekata na duži rok. Blagostanje i kvalitet življenja kao konačni ciljevi, zasnovani su na osnovnim pretpostavkama održivog razvoja, odnosno, postizanju i održavanju ciljanih ekonomskih efekata i odgovarajuće standarde kvaliteta životne sredine koji pretpostavljaju i odgovarajući socijalni ambijent.

3. ODRŽIVI RAZVOJ POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE UGLJA

Održivi razvoj površinske eksploatacije uglja podrazumeva planiranje u svim fazama površinske eksploatacije, koje omogućava da se na sistematski način upravlja budućnošću ovog sektora na osnovama širokog konsenzusa i zajedničke vizije svih zainteresovanih strana o boljoj, prosperitetnijoj i pre svega održivoj zajedničkoj budućnosti. To je proces utvrđivanja ključnih parametara i usaglašavanja oko najvažnijih ciljeva u oblasti rudarskog sektora. Zapravo, izrada planova znači izradu Studija procena ekoloških, socioloških, prostornih i drugih uticaja sa merama smanjenja negativnih uticaja površinske eksploatacije i predstavlja suštinski pozitivnu suprotnost stihiji i sanaciji posledica poslovnih aktivnosti rudarskog sektora. Mere iz Studija procena uticaja se dalje, u kasnijim eksploatacionim fazama, razrađuju kroz tehničku dokumentaciju i primenjuju ukontinuitetu sve do kraja eksploatacije. Projektom zatvaranja površinskog kopa sa detaljnim rešenjima rekultivacije, remedijacije i sanacije prostora, konačno treba da se narušena ekološka, sociološka prostorna i sve druge komponente vrate u održivo stanje. Ovaj pristup se može okarakterisati kao društveno, ekonomski i ekološki opravdana i generalno nužna aktivnost usmerena ka realno ostvarivim

ciljevima uređenja, organizovanja, upravljanja i zaštite prostora ali i zaštite neobnovljivih mineralnih resursa. Takođe, ovako koncipirani ciljevi afirmišu površinsku eksploataciju uglja a planski pristup održivom razvoju predstavlja jedan od najkompleksnijih i najznačajnijih mehanizama savremenog upravljanja prostorom i njegovim dugoročnim i svrsishodnim razvojnim perspektivama (ekonomskim, društvenim i ekološkim).

4. ZAKLJUČAK

Plan razvoja površinske eksploatacije uglja u kolubarskom basenu, koji osim ekonomske komponetnte, kao nesporno važne, mora da sadrži i sociološku i ekološku komponetnu i mora da je baziran je na potrebi smanjenja protivurečnosti i konflikata, odnosno preispitivanju postojećih i iznalaženju novih obrazaca upravljanja prostorima intenzivne rudarske aktivnosti. Dominantno prisutni sektorski modeli upravljanja (pretežna monofunkcionalna namena uz normativno predimenzioniranu i de-fakto nefunkcionalnu ekološku zaštitu) na mehanizmima rešenja prihvatljivih za nosioce odlučivanja i moći (ekonomske, političke) najčešće su uzrokovali neprimerenu valorizaciju potencijala i neadekvatnu preraspodelu bogatstva, odnosno produkovanja koristi i gubitaka. Ovo je vremenom vodilo produbljivanju i multiplikovanju problema preraspodele društvenog blagostanja, a time i dugoročnih razvojnih, socijalnih i ekoloških perspektiva. Prikazani pristup daljeg razvoja eksploatacije uglja u kolubarskom basenu treba da omogući da se definiše koegzistentna, validna i realno primenjiva platforma koja treba da obezbedi održiv razvoj na bazi rešenja prihvatljivih za sve zainteresovane strane. Planiranje razvoja omogućuje dugoročni razvojni okvir za dalje funkcionisanje rudarskog sektora uz uvažavanje ekonomske, socijalne i ekološke komponente razvoja stanovništva, lokalne samouprave i države.

LITERATURA

1. Maksimović M., Danilović N.: Integrisani ekološki menadžment u životnom ciklusu površinskog kopa, VIII Međunarodna konferencija Nemetali 2009, Vrujci, 2009.
2. Emmelin, L.:Landscape impact analysis: A method for strategic environmental impact analysis. Scenario Studies for the Rural Environment. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1995.
3. Krause, C.L.: Our visual landscape – Managing the landscape under special consideration of visual aspects, Landscape Urban Plann, 2001.
4. Pavlović V., Krstić V.: Dinamika narušavanja i rekultivacije terena pri površinskoj eksploataciji, Savetovanje Zaštita životne sredine Fruške Gore i eksploatacija mineralnih sirovina, Vrdnik, 1997.

METODOLOGIJA IZBORA ROTORNOG BAGERA ZA SELEKTIVNU EKSPLOATACIJU UGLJA

METHODOLOGY OF THE BUCKET WHEEL EXCAVATOR SELECTION FOR SELECTIVE COAL MINING

Pavlović V.[1], Ignjatović D.[2], Stepanović S.[3], Petrović B.[4]

Apstrakt

Rad prikazuje metodologiju izbora rotornog bagera za selektivnu eksploataciju uglja. Primer je dat za uslove eksploatacije na površinskom kopu Radljevo kolubarskog basena uglja. Analiza obuhvata različite tipove rotornih bagera (kompaktni i standardni) uz proračun tehnoloških parametara i kapaciteta, kao i utvrđivanje efikasnosti rada i procenu troškova nabavke i operativnih troškova.

Ključne reči: selektivna eksploatacija, rotorni bager, parametri, kapacitet, troškovi

Abstract

This paper presents the methodology of the bucket wheel excavator selection for selective coal mining. Example is given for the working conditions in Radljevo opencast coal mine at Kolubara. The analysis included various types of bucket wheel excavators (compact and standard) in terms of technological parameters and production rate, efficiency and cost of acquisition and exploitation.

Keywords: selective exploitation, bucket wheel excavator, parameters, capacity, cost

[1] Prof. Dr Pavlović Vladimir, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Prof. Dr Ignjatović Dragan, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Stepanović Saša, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[4] Mr Petrović Branko, PD RB Kolubara, Lazarevac

1. UVOD

Izbor vrste (tipa) rotornog bagera i tehnoloških parametara složenog sistema selektivnog otkopavanja uglja predstavlja kompleksan zadatak koji mora da obuhvati:

- Detaljnu analizu uslova radne sredine sa aspekta geoloških, inženjersko-geoloških, hidrogeoloških, kvalitativnih i drugih prirodnih karakteristika ležišta na širem prostoru;
- Analizu primene savremnih sredstava i tehnologija površinske eksploatacije u konkretnim uslovima radne sredine i u realnom vremenu;
- Analizu vremenske slike stanja sistema eksploatacije;
- Analizu ekonomskih parametara sistema.

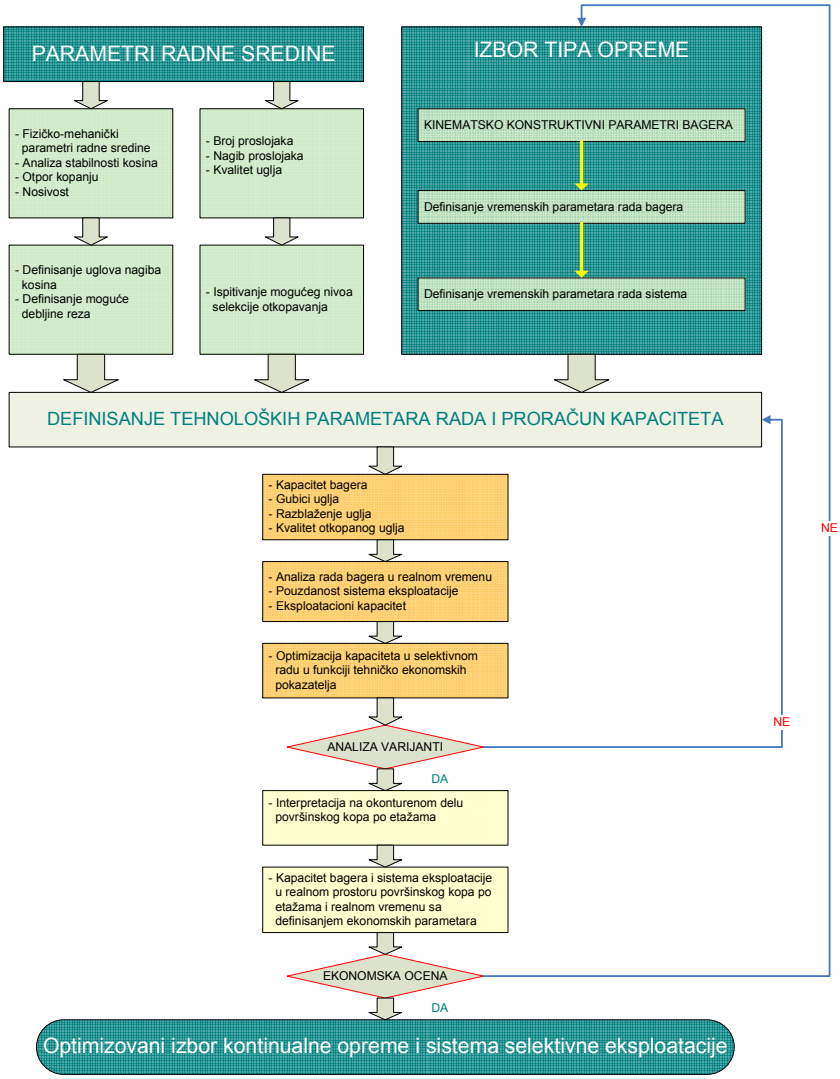
Proučavanje problematike selektivne površinske eksploatacije uglja po navedenim oblastima, dovodi do razvoja novih tehnologija površinske eksploatacije koje omogućavaju generalno bolju valorizaciju rezervi mineralnih sirovina sa tendencijom ka maksimalnim iskorišćenjima raspoloživih rezervi, unapređenju tehnoloških procesa i opreme za eksploataciju. Selektivna eksploatacija lignita, kao tehnološki postupak, po svojoj aktuelnosti, primenljivosti i do sada realizovanim rezultatima pruža široke mogućnosti u pogledu povećanja iskorišćenja rezervi i obezbeđenja stabilnog kvaliteta i kapaciteta proizvodnje.

Analiza primene rotornih bagera i parametri tehnologije selektivne eksploatacije, prema kriterijumima njene primenljivosti, kapaciteta otkopavanja, kvaliteta otkopanog uglja, gubitaka i razblaženja uglja i troškova eksploatacije su sastavni deo sprovedenih istraživanja.

2. METODOLOGIJA IZBORA ROTORNOG BAGERA ZA SELEKTIVNU EKSPLOATACIJU UGLJA

Metodologiju izbora rotornog bagera za selektivnu površinsku eksploataciju uglja prati odgovarajuća programska podrška koja obuhvata simulacioni model rada rotornih bagera. Algoritam optimizacije kapaciteta i izbora rotornog bagera pri selektivnom otkopavanju na osnovu tehničko-tehnološke i ekonomske analize dat je na Slici 1.

Parametri vezani za radnu sredinu čine ulazne podatke sa najznačajnijim strukturnim karakteristikama, predstavljenim debljinom i nagibom jalovinskih proslojaka u osnovnoj masi, odnosno uglju, kao i kvalitet uglja. Fizičko-mehaničke karakteristike radne sredine opredeljuju dimenzionisanje direktnog otkopavanja sa parametrima bloka i izbor rotornog bagera, preko moguće debljine reza i nivoa selekcije, kao i uslova vezanih za stabilnost kosina i nosivost podloge [1]. Ulazni podaci, vezani za izbor opreme koji obuhvataju kinematsko-konstruktivne karakteristike rotornog bagera omogućavaju definisanje vremenskih parametara rada bagera.



Slika 1. Algoritam optimizacije izbora kontinualne opreme i sistema pri selektivnom otkopavanju

Analiza tehnologije selektivnog rada praktično počinje ispitivanjem uslova rada kontinualnih bagera sa gubicima ili razblaženjem. Definisani uslovi se prenose u realni prostor uključujući i kapacitet sistema sa radom transportera i razdelnih uređaja, tako da se u potpunosti mogu sagledati uslovi selektivne eksploatacije prema kapacitetu, pouzdanosti rada i ekonomskim pokazateljima. Za svaki deo okonturenog prostora etaže vrši se interpolacija i interpretacija karakteristika radne sredine i kapaciteta bagera u selektivnom radu za različite vrednosti otpora kopanja uglja i jalovine (Slika 4). Nakon

ekonomske ocene dolazi se do optimalnog izbora rotornog bagera za selektivnu površinsku eksploataciju uglja.

Za detaljnu analizu rada rotornog bagera u selektivnom radu koristi se Model simulacije rada rotornog bagera [3]. Model simulacije rada rotornog bagera zasnovan je na detaljnoj dekompoziciji procesa rada. Podela je izvršena na pokrete rada i manevarske pokrete, odnosno, na osnovne i pomoćne operacije. Suština simulacionog modeliranja svodi se na utvrđivanje odnosa zapremine otkopanog materijala i vremena za otkopavanje, odnosno, na utvrđivanje tehničkog kapaciteta bagera. Dekompozicija procesa rada bagera obuhvata i dekompoziciju tehnološke celine rada bagera. Pod tehnološkom celinom podrazumeva se blok, bok ili front, odnosno, zapremina materijala na kojoj je zaokružen ciklus radnih i manevarskih pokreta bagera, koja se dalje može dekomponovati na podetaže (u odnosu na niveletu transporta). Zatim se podetaže ili etaže mogu dekomponovati na pojaseve, a pojasevi na rezove. Rezovi se specifično mogu izdvojiti kao deo tehnološke celine gde je prisutan kontinuitet toka materijala, odnosno otkopavanje i to važi za sve bagere.

Za upoređenje karakteristka standardnih i kompaktnih rotornih bagera vrše se analize sledećih tehničko-tehnoloških i ekonomskih parametara:

- Tehnološke mogućnosti i konstruktivne karakteristike rotornih bagera;
- Investicioni troškovi;
- Eksploatacioni troškovi i
- Troškovi održavanja.

2.1. Analiza tehničko-tehnoloških mogućnosti i konstruktivnih karakteristika

Rotor i strela rotora predstavljaju dva najvitalnija dela rotornog bagera koji bitno utiču na konstrukciju celog bagera, određuju tehnološke parametre odreska, reza i bloka, njegov proizvodni potencijal i dr. Otuda se i konstruktivne razlike između kompaktnih i standardnih bagera, kao i razlike između osnovnih pokazatelja rada, mogu najlakše uočiti u korelaciji između dužine strele i prečnika rotora.

Na bazi statističke obrade 18 modela kompaktnih bagera nemačke proizvodnje (Krupp, O&K, Takraf), kapaciteta od Q_{min} = 1,250 m^3/h do Q_{max} = 7,500 m^3/h i velikog broja standardnih rotornih bagera takođe nemačke proizvodnje (Krupp, O&K, Takraf), u Tabeli 1 je prezentiran uporedni pregled odnosa prečnika rotora i dužine strele, kao osnovnog pokazatelja razlike između kompaktnih i standardnih rotornih bagera.

Tabela 1. Odnosi dužine strele (L) i prečnika rotora (D) za kompaktne i standardne bagere

Tip bagera	Kompaktni	Standardni
Proizvođač	Odnos dužine strele i prečnika rotora L/D	
Krupp	L = (1.7 - 2.1)D	L = (3.22 - 4.02)D
O&K	L = (1.5 - 1.9)D	L = (3.22 - 4.02)D
Takraf	L = (1.95 - 2.4)D	L = (2.40 - 4.55)D

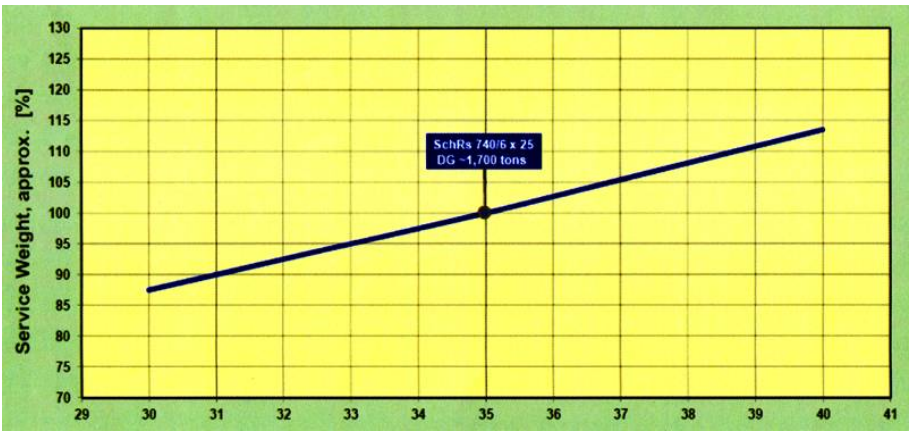
Uz puno uvažavanje svih prednosti kompaktnih bagera u odnosu na standardne, ovde se moraju istaći i određeni nedostaci od kojih posebno treba izdvojiti manji koeficijent vremenskog iskorišćenja vremena rada u bloku, kao odnos proizvodnog i neproizvodnog vremena rada, koji iznosi 0.55 do 0.65, u odnosu na standardne rotorne bagere od 0.75 do 0.85). Razlozi su brojni i raznovrsni, a mogu se izdvojiti poznati nedostaci koji se ogledaju u činjenicama da manja dužina strele rotora povlači za sobom manju širinu, manju visinu i manji korak napredovanja bagera u bloku, da nije moguć nesmetani pristup dozera u cilju planiranja trase za nastup bagera (bager mora da se povuče unazad), da se formiraju veći uglovi nagiba čeonih i bočnih etažnih kosina i dr.

Kompanija Krupp je analizirajući bagere koji rade u Kolubari došla do istog zaključka [2]. Po ovom istraživanju efikasnost rotornih bagera klase B (SchRs 630) i klase A (SchRs 1600) daleko je veća u odnosu na kompaktne bagere klase A (C 4500). Naime, efikasnost rada u bloku kod klase B i C iznosila je oko 80% u normalnom radu i oko 70% pri selektivnom otkopavanju, dok je ova vrednost za klasu A iznosila oko 70% u normalnom radu i 65% u selektivnom. U Tabeli 2 prezentirane su uporedne vrednosti tehnoloških parametara kompaktnog i standardnog rotornog bagera, istih kapaciteta, istih prečnika rotora, ali sa strelama različitih dužina. Strela kompaktnog rotornog bagera iznosi polovinu dužine strele standardnog bagera.

Iz Tabele 2 je uočljivo da kompaktni rotorni bageri imaju izvesna tehnološka ograničenja u poređenju sa standardnim konstrukcijama bagera, pre svega kada se radi o uglovima nagiba kosina, visini otkopavanja, širini bloka i koraka napredovanju u okviru jednog reza bloka, zbog većeg radijusa kopanja, što uslovljava česta pomeranja i veće neproizvodno vreme rada bagera te i manje koeficijente vremenskog iskoriišćenja. Povećanjem dužine strele rotora ostvaruju se povoljniji uslovi za otkopavanje i parametri bloka. Sa druge strane produžetak svakog metra dužine strele rotornih bagera utiče na povećanje mase bagera za oko 2.5 do 3% (i to u delu dok je povećanje linearno i ne utiče na neophodnost povećanja mase donjeg stroja i obrtno-oslnog uređaja), odnosno za oko 400,000 €. Zavisnost povećanja mase bagera u funkciji dužine strele rotora prikazana je na Slici 2 [2].

Tabela 2. Uporedni prikaz tehničko-tehnoloških parametara rotornih bagera

Tehnološki parametri	Kompaktni bager	Standardni bager
Prečnik rotora (m)	D	D
Visina kopanja (m)	2.0 D	2.5 D
Dužina strele rotora (m)	2.0 D = A	3.5 D = 1.4 A
Napredovanje u pojasu (m)	0.32 D	0.96 D
Ugao nagiba čeone kosine	60^0	50^0
Širina bloka (m)	2.7 D	4.3 D
Ugao nagiba bočne kosine	55^0	45^0
Zapremina bloka (m^3)	1.728 D^3	10.32 D^3
Teoretski kapacitet (m^3/h)	40 D^2	40 D^2
Zapremina materijala u kašici (m^3/h)	27.59 D^2	27.59 D^2
Koeficijent vremenskog iskorišćenja u bloku	0.6	0.8



Slika 2. Zavisnost promene mase bagera u funkciji dužine strele rotora bagera

Analiza i proračun tehničkog kapaciteta rotornih bagera na selektivnom otkopavanju uglja vrši se efikasno korišćenjem modela simulacije rada. Osnovni elementi za model simulacije rada rotornog bagera su rotorni bager sa kinematsko konstruktivnim karakteristikama i determinisana radna sredina sa fizičko-mehaničkim karakteristikama. Kod modela simulacije rada rotornog bagera primenjena je digitalna simulacija i to diskretno-vremenski sistem simulacije. Ovakav simulacioni pristup je najpogodniji, pošto se određene interakcije delova sistema dešavaju u diskretnim vremenskim intervalima. Sam model simulacije postavljen je na osnovu kompletne dekompozicije procesa rada bagera u vremenu pogonske spremnosti.

Pošto određivanje tehnoloških parametara rada rotornog bagera i proračun kapaciteta u suštini predstavlja kompleks usklađenja tehničko-tehnoloških

karakteristika bagera sa parametrima radne sredine, model simulacije rada rotornog bagera pruža mogućnost za analizu većeg broja mogućih kombinacija uz uključivanje niza parametara koji imaju bitan uticaj na krajnje rezultate.

U modelu simulacije rada rotornog bagera, tehnološki proces na otkopavanju sastoji se od osnovnih i pomoćnih operacija tako da se kao tehnološki zaokružena celina za proračun tehničkog kapaciteta izdvaja blok, gde je zaokružen ciklus svih radnih i pomoćnih operacija bagera. Osnovna operacija je rezanje materijala, odnosno otkopavanje, dok su pomoćne operacije manevarski pokreti bagera u pripremi za otkopavanje, tako da je ukupno vreme rada bagera pored vremena za otkopavanje opterećeno i vremenom za pomoćne operacije. Modelirane pomoćne operacije obuhvataju:

- Pomeranje bagera za sledeći rez;
- Manevar bagera za sledeći niži pojas;
- Manevar bagera za sledeći blok.

Obuhvatanjem svih vremena u kojima se odvijaju radne i pomoćne operacije na otkopavanju bloka dolazi se do ukupnog vremena za otkopavanje bloka:

$$T_b = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n} (t_r+t_{pr})_{ij} + \sum_{i=1}^{N} t_{pi}+t_b,,$$

gde je: $i(1,..., N)$ - broj pojaseva, $j(1,..., n)$ - broj rezova, t_r - vreme rezanja, t_{pr} - vreme promene reza, t_p - vreme promene pojasa, t_b - vreme promene bloka.

Vrednost tehničkog kapaciteta rotornih bagera pomnožena sa verovatnoćom rada kontinualnog sistema u celini daje eksploatacioni kapacitet kontinualnog sistema pri selektivnom otkopavanju uglja.

2.2. Analiza ekonomskih parametara

Neophodna dodatna ekonomska analiza izbora tipa rotornog bagera je zasnovana na funkciji troškova matematičko-statističkog karaktera. Kao što je poznato, ukupni troškovi u procesu proizvodnje zavise prevashodno od obima proizvodnje. Ukoliko se obim proizvodnje obeleži sa q, ukupni troškovi sa C, navedena funkcionalna zavisnost se izražava formulom:

$$C = F(q)$$

Navedena funkcija ukupnih troškova, u okviru intervala definisanosti, je monotono rastuća i neprekidna. Ona, prema tome, izražava zavisnost kretanja ukupnih troškova od obima proizvodnje u jednom vremenskom trenutku i za date tehničko-tehnološke uslove proizvodnje. Promena bilo kog od uslova proizvodnje zahteva određivanje nove funkcije ukupnih troškova.

Obzirom da se ukupni troškovi proizvodnje dele na varijabilne i fiksne, pri čemu varijabilni predstavljaju funkciju obima proizvodnje dok fiksni troškovi predstavljaju konstantnu veličinu, funkcija ukupnih troškova se predstavlja u obliku:

$$C = F(q)+f$$

gde su:

$F(q)$ - varijabilni troškovi

F - fiksni troškovi

Za potrebe analize može se koristiti funkcija statističkog karaktera i kojom se formuliše zavisnost troškova i proizvodnje, kao i ispitivanje odnosa između funkcija ukupnih, prosečnih i graničnih troškova. Primenjen je sledeći oblik funkcije i sistem normalnih jednačina:

$$C = aq+b$$

gde su:

C - ukupni troškovi
q - obim proizvodnje
a - koeficijent zavisnosti
b - konstanta - predstavlja fiksne troškove

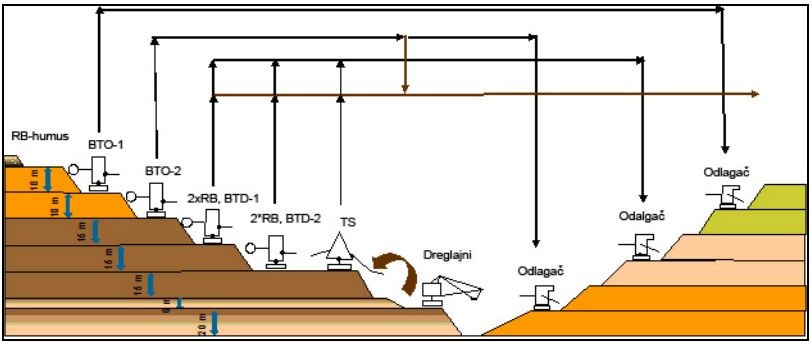
Na osnovu podele ukupnih troškova na fiksne i proporcionalne, određuje se zavisnost između obima proizvodnje i ukupnih troškova.

Ekonomski tok Projekta, u prihvaćenoj dinamičkoj analizi, izražen je u proračunu neto sadašnje vrednosti Projekta (Neto Present Value - NPV) i u proračunu interne stope povraćaja kao ekonomske efikasnosti (Internal Rate of Return - IRR). Poznato je, da je interna stopa povraćaja svakog projekta osnovni ekonomski parametar za ocenu investicija, jer u sebi integriše sve uslove koji se uključuju u ocenu projekta, a isključuje konstrukciju finansiranja koja može neopravdano da favorizuje jedan projekat u odnosu na drugi, nezavisno od njegovih objektivnih parametara.

3. IZBOR ROTORNOG BAGERA ZA SELEKTIVNI RAD NA POVRŠINSKOM KOPU RADLJEVO

Površinski kop Radljevo, koji se nalazi na krajnjem zapadnom delu kolubarskog basena uglja, je specifičan i razlikuje se od ostalih po veoma velikoj raslojenosti uglja i potrebom za selektivnim radom. Ovo svakako zahteva da se izboru opreme za selektivni rad na ovom površinskom kopu pristipi veoma pažljivo, budući da do sada nisu postojala iskustva sa ovako složenim ležištima. Posebna pažnja posvećena je izboru tipa rotornog bagera za na bazi usklađenosti tehničkih karakteristika sa ležišnim i eksploatacionim uslovima. Planirano je da se selektivno otkopavanje uglja i

međuslojne jalovine obavlja sa pet rotornih bagera pojedinačnog kapaciteta 4,500 m^3/h sa zasebnim transporetrima sa trakom širine 1.6 m i razdelnim stanicama (Slika 3)[5].



Slika 3. Tehnološki presek sistema eksploatacije na površinskom kopu Radljevo

3.1. Proračun tehničkih kapaciteta rotornih bagara

Proračun kapaciteta oba tipa rotornih bagera istog kapaciteta 4,500 m^3/h (standarnog B tipa sa dužinom strele 35 metara i kompaktnog tipa A sa rešetkastom strelom dužine 27 metara) je izvršen primenom posebnog komjuterskog programa za projektovanje, za svaki eksploatacioni blok i svaku etažu na uglju, obzirom na geološke uslove. Ovaj program je razvijen od strane Rudarsko-geološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. On omogućava razmatranje parametara otkopavanja blokova rotornih bagera posebnih geoloških i tehničkih karakteristika, kao i potrebnu selektivnu eksploataciju uglja i međuslojne jalovine.

Tehnički kapacitet rotornog bagera SRs 1200 za selektivni rad

Kao primer, prikazani su dobijeni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u selektivnom radu u zoni bušotine O-155 sa visinom etaže od 18 m (Tabela 1).

Tabela 1. Analiza selektivnog rada rotornog bagera SRs 1200 (O-155)

Po.	H (m)	B1(st.)	B2(st.)	B.R.	D(m)	Lb(m)	Vmin(min)	Vs(min)	tr(min)	Tr(min)	Tpr(min) **Tpb(min)**
1	6.90	90	24	42	0.27	11.34	21.0	16.6	3.83	164.87	3.04
2	5.60	61	28	32	0.36	11.52	21.0	15.6	2.67	89.58	3.02
3	5.50	51	35	33	0.35	11.55	21.0	15.9	2.49	86.37	**4.42**

Širina bloka: 38.75 m
Zapremina bloka: 7993 $čm^3$
Vreme: 353.24 min
Srednji kapacitet: 1358 $čm^3$/h

Oznake po kolonama predstavljaju: Po. - redni broj pojasa, H - visina pojasa, B1 i B2 - uglovi okretanja bagera po pojasevima, B.R. - broj rezova na dužini bloka, d - prosečna debljina rezova po pojasevima, Lb - dužina bloka, Vmin - početna brzina horizontalnog okretanja strele rotora u osi kretanja bagera, Vs - srednja brzina horizontalnog okretanja strele rotora, tr - prosečno pojedinačno vreme otkopavanja reza, Tr - ukupno vreme otkopavanja svih rezova u pojasu na dužini bloka, Tpr - vreme promene pojasa i Tpb - vreme promene bloka.

Pregledni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u selektivnom radu u zoni bušotine O-155 prikazani su u Tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati analize rada rotornog bagera SRs 1200 u selektivnom radu

Bušotina	Bager	Teoretski kapacitet (rm^3/h)	Tehnički kapacitet ($čm^3$)	Stepen iskorišćenja teoretskog kapaciteta (%)	Ukupno vreme rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme čistog rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme manevarskih pokreta u toku otkopavanja jednog bloka (min)	Učešće manevarskih pokreta u ukupnom vremena rada (%)
O-155	SRs1200	4500	1358	30.2	353.24	342.76	10.48	3.0

Tehnički kapacitet rotornog bagera SchRs 630 za selektivni rad

Prikazan je proračun tehničkog kapaciteta rotornog bagera SchRs 630, urađen su za selektivni rad za isti karakteristični slučaj kao u slučaju rotornog bagera SRs 1200. Dobijeni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u selektivnom radu u zoni bušotine bušotine O-155 sa visinom etaže od 18 m, su prikazani u Tabeli 4.

Tabela 4. Analiza selektivnog rada rotornog bagera SchRs 630 (O-155)

Po.	**H (m)**	**B1 (st.)**	**B2 (st.)**	**B.R.**	**D (m)**	**Lb (m)**	**Vmin (min)**	**Vs (min)**	**tr (min)**	**Tr (min)**	Tpr(min) **Tpb(min)**
1	6.90	90	22	62	0.28	17.36	21.0	16.6	4.87	306.53	3.27
2	5.60	59	27	48	0.36	17.28	21.0	15.5	3.51	173.09	3.25
3	5.50	49	35	47	0.37	17.39	21.0	15.9	3.22	155.91	**4.66**

Širina bloka: 48.67 m

Zapremina bloka: 15,195.70 $čm^3$

Vreme: 648.89 min

Srednji kapacitet: 1405 $čm^3/h$

U Tabeli 5 dati su pregledni rezultati analize rada rotornog bagera SchRs 630 u selektivnom radu na otkopavanju uglja na poziciji karakteristične bušotine.

Tabela 5. Rezultati analize rada rotornog bagera SRs 630 u selektivnom radu

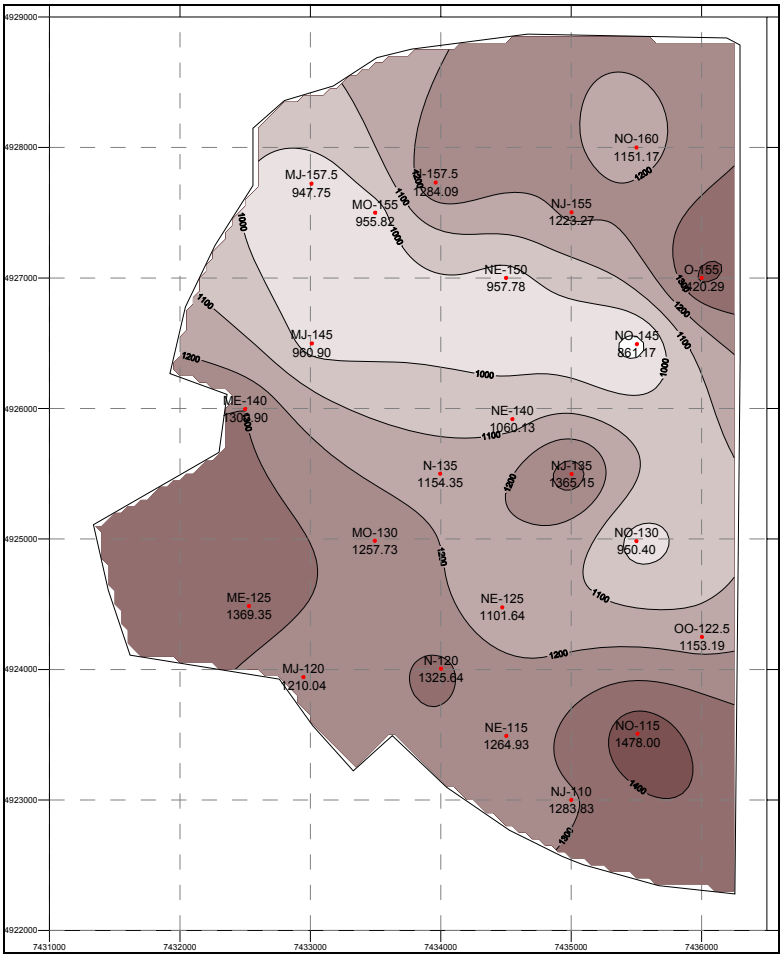
Bušotina	Bager	Teoretski kapacitet (rm^3/h)	Tehnički kapacitet ($čm^3$)	Stepen iskorišćenja teoretskog kapaciteta (%)	Ukupno vreme rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme čistog rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme manevarskih pokreta u toku otkopavanja jednog bloka (min)	Učešće manevarskih pokreta u ukupnom vremena rada (%)
O-155	SchRs 630	4500	1405	31.22	648.89	637.71	11.18	2.03

Iz Tabela 3 i 5 se može zaključiti da je na lokaciji bušotine O-155, tehnički kapacitet rotornog bagera SRs 1200 u selektivnom radu umanjen je za 3% u odnosu na kapacitet u rotornog bagera Sch Rs 630, pre svega, zbog manjeg radijusa kopanja.

Proračuni kapaciteta su vršeni za sve etaže površinskog kopa sa više kombinacija otpora kopanju, a primer rezultata dat je preko izolinije tehničkog kapaciteta rotornog bagera klase B (SchRs 630) na prostoru etaže prvog BTD sistema za otpor kopanju uglja 800 N/cm i jalovine 500 N/cm i nivo selekcije od 1 m (Slika 4).

Ukoliko se vrši poređenje proračunatih godišnjih kapaciteta etažnih sistema sa dva rotorna bagera, zasnovanih na proračunu tehničkih kapaciteta rotornih bagera u bloku, može se zaključiti da je razlika u kapacitetu i veća u korist bagera klase B (do 20%). Metodološki je postavljeno da se na dužini fronta radova etaže gde rade dva rotorna bagera, mora uzeti u obzir ukupno vreme promene bloka, koje za rotorni bager klase A iznosi 21.5 h (156 blokova po 4.58 min za Bager 1 i 130 blokova po 4.42 min za Bager 2), dok za rotorni bager klase B iznosi 14.7 h (97 blokova po 4.93 min za Bager 1 i 87 blokova po 4.66 min za Bager 2).

Ukupnom vremenu promene bloka za rotorni bager klase A, treba dodati i uvećano vreme za pomoćne radove planiranja, koji se ne mogu izvoditi istovremeno sa otkopavanjem. Osim ovoga, važno je obuhvatiti i vreme potrebno za pomeranje transportera, obzirom da se u toku realizacije zahtevanog godišnjeg kapaciteta od 15,000,000 $čm^3$, u slučaju rada rotornog bagera klase A front radova napreduje za 8 širina bokova, u slučaju rada rotornog bagera klase B front radova napreduje za 6 širina bokova.



Slika 4. Izolinije tehničkog kapaciteta rotornog bagera klase B (SchRs 630) na prostoru etaže prvog BTD sistema za otpor kopanju uglja 800 N/cm i jalovine 500 N/cm

Ekonomska analiza za izbor rotornog bagera

Ekonomska analiza je usmerena na mikroekonomiju razmatranih rotornih bagera koji treba da rade u realnim uslovima površinskog kopa Radljevo. Korišćene su projektovane vrednosti proizvodnje na BTD sistemu, date investicije i jedinični operativni troškovi kompaktnih i standardnih bagera po iskustvu Mibraga. Amortizacija i osiguranje bagera (Tabela 6), kao glavni reprezenti fiksnih troškova ove mikroekonomije su proračunati na bazi njihove cene (investicije) za period amortizacije od 20 godina. Za rotorni bager SRs 1200 analiza je rađena za dva slučaja:

I Slučaj: Poređenje sa bagerom SchRs 630 pri istoj projektovanoj proizvodnji uz veće časovno angažovanje i efektivne troškove.

II Slučaj: Poređenje sa bagerom SchRs 630 pri istom časovnom angažovanju i efektima na proizvodnju i troškove.

Tabela 6. Obračun amortizacije i osiguranja (€)

Rotorni bager	Nabavna vrednost	Godišnja stopa amortizacije	Godišnja stopa osiguranja	Godišnja amortizacija	Godišnje osiguranje
SRs 1200	14,000,000	5%	1%	700,000	140,000
SchRs 630	16,000,000	5%	1%	800,000	160,000

U ostalim ključnim tabelama dat je komparativni prikaz troškova različitih tipova rotornih bagera (Tabela 7), komparativni prikaz srednjih etažnih kapaciteta analiziranih rotornih bagera na etaži sa uzimanjem u obzir vremena za promenu toka materijala i pomeranje transportera pri radu sa samohodnim transporterom (Tabela 8) i uporedni pregled investicija i tehničkih karakteristika analiziranih rotornih bagera (Tabela 9).

Tabela 7. Komparativni prikaz troškova rotornih bagera

	Održavanje (€/m^3)	Energija (€/m^3)	Personal (€/m^3)	Ostalo (€/m^3)	Ukupno (€/m^3)
Prosek troškova (Klasa B)	0.1165	0.0315	0.066	0.058	0.2715
Prosek troškova (Klasa A)	0.371	0.055	0.272	0.191	0.898

Tabela 8. Kapacitet rotornih bagera sa vremenima svih tehnoloških zastoja

Tip Bagera	SchRs 630	SRs 1200
Srednja vrednost-Tehnički kapacitet (m^3/h)	1568	1450
Iskorišćenje teoretskog kapaciteta (%)	34.8	32.2

Tabela 9. Parametri poređenih rotornih bagera

Karakteristika	SRs 1200	SchRs 630
Rotorni bager	Kompaktni (Klasa A)	Standardni (Klasa B)
Teoretski kapacitet (m^3/h)	4500	4500
Pogonska masa (t)	1220	1500
Dužina strele rotora (m)	27	35
Prečnik rotora (m)	10	10
Dužina istovarne strele (m)	33	37
Visina kopanja (m)	23	25
Dubina kopanja (m)	-2	-6
Maksimalna širina bloka (m)	40	55
Cena (€)	14,000,000	16,000,000

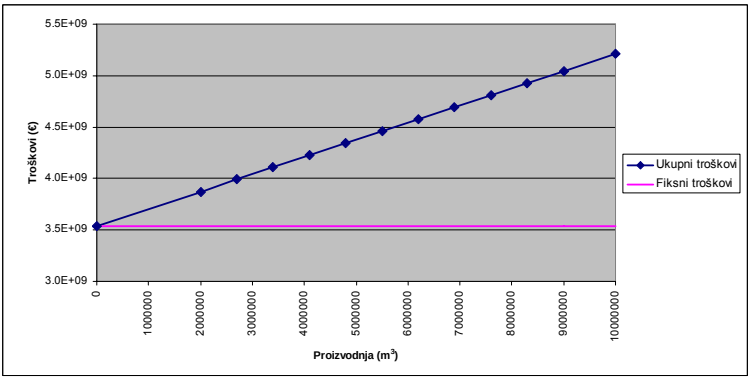
U proračun su uključene investicije i operativni troškovi koji su podeljeni na fiksnu i varijabilnu komponentu, u projektovanom periodu od 20 godina, sa zadatim iskorišćenjima kapaciteta i zadatom proizvodnjom BTD sistema. Tako projektovani ulazni parametri definišu mikroekonomiju ovih mašina, tačnije, ponašanje ukupnih troškova u zavisnosti od proizvodnje.

Izlazni rezultat ovog proračuna je dobijena prosečna cena proizvodnje po čm³. Stavljanjem u odnos ove dve veličine (jednog i drugog tipa rotornog bagera) nedvosmisleno se može zaključiti da su efekti većeg iskorišćenja kapaciteta u realnim uslovima površinskog kopa Radljevo (što je slučaj kod rotornog bagera SchRs 630 i pored veće investicije), imali odraz na niže proizvodne troškove i nižu cenu koštanja proizvodnje. Bitna je napomena, da dobijeni rezultati o ceni koštanja po čm³, predstavljaju obračunsku kategoriju koja služi za analizu relativnih odnosa ova dva tipa rotornih bagera i ne može se koristiti kao informativna podloga o stvarnoj ceni koštanja eksploatacije u odnosu na ceo površinski kop. U Tabeli 10 su date proračunate uporedne cene troškova proizvodnje rotornih bagera SchRs 630 i SRs 1200.

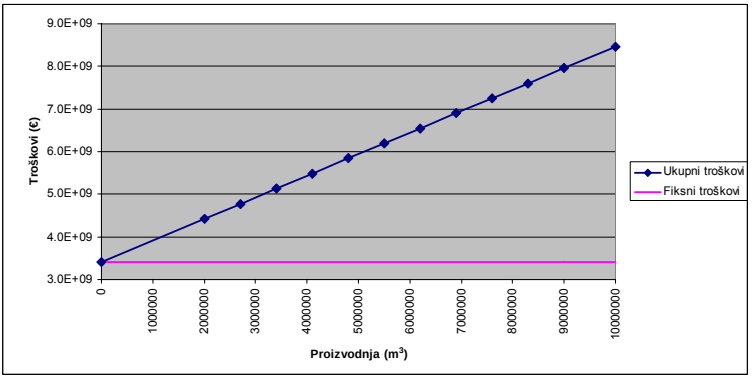
Sa aspekta ove uporedne cene troškova proizvodnje rotornih bagera SchRs 630 i SRs 1200 očigledno je izbor standardnog bagera SchRs 630 i ekonomski povoljnije rešenje. Prosečna cena proizvodnje po čm^3 za bager klase A (SRs 1200) za Slučaj 1, iznosi 1.285 €/čm^3, a za Slučaj 2 iznosi 1.348 €/čm^3, dok za bager klase B (SchRs 630) iznosi 1.002 €/čm^3. Stavljanjem u odnos ove veličine za jedan i drugi tip bagera, nedvosmisleno se može zaključiti da se efekti većeg iskorišćenja kapaciteta u realnim uslovima površinskog kopa Radljevo (što je slučaj kod Bagera SchRs 630 i pored veće investicije), imaju bitan uticaj na niže proizvodne troškove i nižu cenu koštanja proizvodnje.

Tabela 10. Uporedne cene troškova proizvodnje rotornih bagera SchRs 630 i SRs 1200

Parametri/bageri	SchRs 630	SRs1200 I Slučaj	SRs 1200 II Slučaj
Kapacitet (m^3/h)	1568	1450	1450
Energija 100% (*10^6 €)	0.0315	0.055	0.055
Održavanje 60% (*10^6 €)	0.0699	0.2226	0.2226
Zarade 20% (*10^6 €)	0.0132	0.0544	0.0544
Ostalo 90% (*10^6 €)	0.0522	0.1719	0.1719
Održavanje 100% (*10^6 €)	0.1165	0.371	0.371
Zarade 100% (*10^6 €)	0.066	0.272	0.272
Ostalo 100% (*10^6 €)	0.058	0.191	0.191
Energija 100% (*10^6 €)	0.0315	0.055	0.055
Diskontna stopa (%)	10	10	10
NPV Troškova (*10^6 €)	50.31	64.49	62.58
NPV Proizvodnje (*10^6 €)	50.19	50.19	46.42
Prosečni troškovi (€/m^3)	1.002	1.285	1.348



Slika 5. Funkcija ukupnih troškova rotornog bagera SchRs 630



Slika 6. Funkcija ukupnih troškova rotornog bagera SRs 1200

U cilju dopune i razumevanja ponašanja troškova urađena je i navedena dodatna analiza zasnovana na funkciji troškova matematičko-statističkog karaktera. Na osnovu podele ukupnih troškova na fiksne i proporcionalne, određena je zavisnost između obima proizvodnje i ukupnih troškova. Na osnovu datih funkcija i njihovih rezultata dat je grafik (Slika 6), koji prikazuje funkciju ukupnih troškova rotornog bagera SchRs 630. Za bager SRs 1200 analiza je urađena na identičan način i njeni rezultati su dati grafiku na Slici 6.

Na datim dijagramima funkcije troškova (Slike 5 i 6), uočava se niži nivo funkcije fiksnih troškova kod rotornog bagera SRs 1200, ali sa povećanjem obima proizvodnje funkcija ukupnih troškova ima brži rast. Kod bagera SchRs 630, funkcija fiksnih troškova je na višem nivou, dok funkcija ukupnih troškova ima sporiji rast sa porastom proizvodnje. Ovakvo ponašanje funkcije ukupnih troškova, posledica je direktne zavisnosti stepena iskorišćenja kapaciteta. Kao rezultat sprovedene analize je dobijena prosečna cena proizvodnje po čm^3.

4. ZAKLJUČAK

Donošenje odluke o izboru tipa rotornog bagera za selektivno otkopavanje uglja na površinskim kopovima je veoma složen zadatak koji ima izuzetan značaj na stabilnost proizvodnje i ekonomiku poslovanja. Kompleksni zadatak mora da obuhvati detaljnu analizu uslova radne sredine, primene savremne tehnike i tehnologije površinske eksploatacije, realne vremenske slike stanja sistema eksploatacije u realnom prostoru, kao i ekonomskih parametara rada kontinualnih sistema. Tehnološki parametri rada bagera definišu se ispitivanjem tehničkih parametara primenom postavljenog simulacionog modela u funkciji maksimalnog kapaciteta eksploatacije i ekonomskih efekata selektivnog rada u realnom vremenu.

Preliminarna analiza investicionih troškova pokazala je da su kompaktni bageri nešto jeftiniji u nabavci ali su troškovi održavanja nešto veći kao i da je nešto kraći eksploatacioni vek. Prosečni eksploatacioni troškovi, prema sprovedenoj analizi, su kod kompaktnih bagera veći za oko 20%. Sprovedena tehno-ekonomska analiza je pokazala da je, za uslove radne sredine površinskog kopa Radljevo, sa aspekta tehnologije rada i kapacitativnog iskorišćenja, optimalna primena rotornih bagera klase B za selektivni rad, koja u odnosu na kompaktne bagere ima određene prednosti. U prilog zaključku idu i iskustva stečena na površinskih kopovima Tamnava sa bagerima klase B kao i neophodna unifikacija opreme.

LITERATURA

1. Drebenstedt C. (ed.): Innovative Developments and Concepts in Surface Mining (in German), Freiberg, 189 p. (ISBN 978-3-86012-4), Germany, 2009.
2. Mayer T.: Mining and hulage of coal in open pit mines particulary with regard to selective mining, IX Međunarodni sipozijum MAREN, 2011.
3. Pavlović V., Ignjatovic D.: Selektivna eksploatacija uglja kontinualnim sistemima, Monografija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 2012.
4. Stoll R. D., Niemann-Delius C., Drebenstedt C., Müllensiefen K.: Der braunkohlen tagebau - Bedeutung, Planung, Betrieb, Technik, Umwelt, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (ISBN: 978-3-540-78400-5), Germany, 2009.
5. Studija Izbor otkopno-transportno odlagališne opreme pri selektivnom otkopavanju ugljenih serija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 2010.
6. Idejni projekat eksploatacije uglja na površinskom kopu Radljevo, Vattenfall Europe Mining Consulting i Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, 2010.

SITUACIONA ANALIZA KRIZE POSLOVANJA U RUDARSKIM KOMPANIJAMA ELEKTROPRIVREDE SRBIJE

SITUATION ANALYSIS OF BUSINESS CRISIS IN MINING COMPANIES OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA

Pavlović V.[1], Ignjatović D.[2], Šubaranović T.[3], Laković D.[4]

Apstract

Razvoj površinske eksploatacije u rudarskim basenima Elektroprivrede Srbije (EPS), neraskidivo je povezan sa starteškim planiranjem i realizacijom razvoja kolubarskog i kostolačkog basena uglja. Analiza postojeće situacije u ovim basenima jasno ukazuje da proces strateškog planiranja i realizacije strateških planova ne daje očekivane rezultate razvoja, pre svega, zbog uticaja internih faktora, a kao posledica neizgrađenih i oprečnih strateških procesa. Usvojena Strategija upravljanja mineralnim resursima uglja u kolubarskom i kostolačkom basenu za period do 2017. godine je ukazala na veoma složenu situaciju po pitanju daljeg razvoja rudarskog sektora EPS i postavila plan neophodnih aktivnosti kao i potencijalne rizike za njenu realizaciju. Aktiviranjem pojedinih aktivnosti predviđenih realizacijom, Strategija se ne može ostvariti, a samim tim ni izlazak iz krize poslovanja. Realizacija modela kriznog menadžmenta, kao mera za izlazak iz krize poslovanja, je nezaobilazna i predstavlja dobru praksu u rešavanju izlaska iz faze akutne krize rudarskog sektora EPS i posebno kolubarskog basena.

Ključne reči: rudarski basen, krizno poslovanje, strategija, rizik

[1] Prof. Dr Vladimir Pavlović, Centar za površinsku eksploataciju, Beograd
[2] Prof. Dr Dragan Ignjatović, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Mr Tomislav Šubaranović, Državni sekretar Ministarstva prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja, Beograd
[4] Dragoljub Laković, Elektroprivreda Srbije, Beograd

Abstract

Development of surface mining in the mining basins of the Electric Power Industry of Serbia (EPS), is permanently linked with strategic planning and implementation of Kolubara and Kostolac coal basin development. Analysis of the current situation in these basins clearly shows that the process of strategic planning and strategic plans implementation do not provide the expected results of the development, primarily due to the impact of internal factors, as well as a result of incomplete and opposite strategic processes. Accepted Strategy of Mineral Resources Management in the Kolubara and Kostolac coal basins for the period till the year 2017 has pointed to a very complex situation for the further development of the EPS mining sector and set a plan of essential activities as well as potential risks for its implementation. Activation of specific activities planned by implementation, the strategy cannot be achieved, and consequently getting out of the business crisis. Implementation of crisis management model, as a measure to overcome the business crisis, is unavoidable and means a good practice in dealing with getting out from the acute crisis phase of the EPS mining sector and Kolubara basin in particular.

Keywords: mining basin, crisis management, strategy, risk

1. UVOD

Kolubarski i Kostolački baseni uglja danas predstavljaju najvažniji energetski resursni potencijal rada Elektroprivrede Srbije i nesumnjivo je ugalj iz ovih basena u dužem vremenskom periodu u ovom veku primarna sirovina za proizvodnju električne energije u Srbiji.

Elektroprivreda Srbije, kao nosilac proizvodnje električne energije u Srbiji, oko 65% svoje godišnje proizvodnje bazira na sagorevanju lignita, od čega preko 75% sagorevanjem lignita iz kolubarskog, a preostali deo iz kostolačkog basena uglja. Od ukupne godišnje proizvodnje uglja u Srbiji, preko 90% se koristi za proizvodnju električne energije, pa je u tom smislu razvoj eksploatacije uglja u rudarskim basenima EPS, neraskidivo povezan sa starteškim planiranjem i realizacijom razvoja kolubarskog i kostolačkog basena uglja.

Analiza postojeće situacije u kolubarskom i kostolačkom basenu jasno ukazuje da proces strateškog planiranja i realizacije strateških planova ne daje očekivane rezultate razvoja. Ovo se posebno odnosi na razvoj kolubarskog basena, odnosno na krizu poslovanja u ovom rudarskom basenu. Činjenica je da na krizu poslovanja u rudarskim kompanijama EPS svakako najveći uticaj imaju interni faktori i to, pre svega, naizgrađeni i diversifikovani strateški procesi.

Za razliku od naše privrede, pa i rudarstva, krize poslovanja u svetu nisu novost zato što je u kompanijama razvijenih privreda pojava krize poslovanja pojava koja se očekuje i na koju se sprema strateški odgovor kada je nema, sa kojim se deluje onda kada se ona desi. Iako na pojavu krize poslovanja uticaj mogu da imaju osim internih i eksterni faktori, u ovoj analizi simptoma, uzroka i dejstva krize poslovanja rudarskih kompanija EPS analiziraju se samo interni faktori, jer su u slučaju rudarskih kompanija u Srbiji oni dominantni. Naime, u istraživanjima uticaja finansijske krize na poslovne performanse preduzeća po privrednim granama (komparativna analiza uticaja za Srbiju, Hrvatsku i Sloveniju rađena za potrebe Nacionalne agencije za regionalni razvoj Srbije), kada je reč o rudarskom sektoru, uočen je eksterni uticaj na krizu poslovanja u kompanijama koje se bave eksploatacijom i preradom nemetaličnih mineralnih sirovina i to pre svega sirovina koje se koriste u hemijskoj industriji i industriji građevinskog materijala za visokogradnju. Međutim, u kompanijama koje se bave eksploatacijom i preradom nemetaličnih mineralnih sirovina za potrebe niskogradnje, pre svega putogradnje, eksterni uticaj u krizi poslovanja je značajno manji, dok u eksploataciji metaličnih mineralnih sirovina i eksploataciji energetskih čvrstih, tečnih i gasovitih mineralnih sirovina ovog uticaja gotovo i da nema. U pomenutoj analizi je uočljivo da su ekonomski indikatori poslovanja rudarskog nešto bolji od drugih sektora, dok ukupno gledano rudarski sektor u kontinuitetu sve vreme globalne ekonomske krize beleži stalni rast. Istraživanja su obavljena u okviru dvadeset jedne kompanije koje se bave eksploatacijom nemetala, metala i energetskih mineralnih sirovina i zanimljivo je da su ekonomski indikatori poslovanja NIS, od momenta privatizacije u značajnoj meri popravili opšti utisak o uspešnosti poslovanja domaćeg rudarskog sektora. Ovo svakako ukazuje, kada je reč o rudarskom sektoru, na dominantan uticaj internih faktora na uspeh poslovanja rudarskih kompanija. Slična situacija je i u rudarskom sektoru i rudarskim kompanijama u svetu.

2. ANALIZA NASTANKA KRIZNIH POSLOVIH SITUACIJA

Prema teoriji evolucije i koncepciji životnog veka kompanije, odnosno sa aspekta kontinuiteta poslovanja, može se govoriti o tri evoluitivna neprekidna perioda: period nastanka, period razvoja i period prestanka poslovanja kompanije. Od svih perioda svakako je najdinamičniji period razvoja koji ima niz faza. Kod rudarskih kompanija, faze razvoja su u direktnoj funkciji razvoja i veka eksploatacije rudnika, odnosno eksploatacionih faza razvoja rudnika. Međutim, ako je reč o kompanijama koje svoj razvoj baziraju na eksploataciji mineralnih sirovina u rudarskim basenima kao što je to slučaj sa Elektroprivredom Srbije, onda je njihov razvoj uslovljen integrisanim razvojem eksploatacije u okvirima celog

basena. U normalnom životnom ciklusu, prestanak poslovanja rudarskih kompanija vezan je za vek ekonomski isplative eksploatacije ležišta i to je svakako objektivan razlog. Međutim često, posebno u slučaju srpskih rudarskih kompanija ugroženi kontinuitet razvoja, pa konačno i prestanak poslovanja, uglavnom je vezan za subjektivne razloge koji su posledica pojave krize u poslovanju, loših procena u kriznim situacijama i nepostojanja adekvatnih mera za prevazilaženje krizne situacije u poslovanju.

Krizne situacije u poslovanju usko su vezane za neophodne promene u pojedinim fazama razvoja rudarskih kompanija. Na sve promene u internom i eksternom okruženju, kompanija ne samo da mora da obrati pažnju, već mora dati i adekvatan odgovor. Pasivnost kompanije prema promenama je dovodi u opasnost koja, u većoj ili manjoj meri, može da joj ugrozi kontinuitet poslovanja, odnosno egzistenciju. Nesumljivo je da ne dovodi svaka promena kompaniju u opasnost, ali takođe je činjenica da pojedine rudarske kompanije nisu spremne za promene i da nemaju mehanizme koji mogu rano da ukažu na opasnosti koje se mogu pojaviti tiho ili sa svih strana u isto vreme. Isto tako su, za našu zemlju, bitne i istorijske posledice, koje se tiču ne tržišnih uslova privređivanja u ranijem periodu. Kao posledica ovoga, veliki broj naših rudarskih kompanija nalazi se u krizi, pri čemu su prezaduženost, nelikvidnost i neprofitabilno poslovanje najčešći problemi. Ovi problemi su konačno osnova poslovanja u krizi ali su najčešće posledica stanja resursnih potencijala, pri čemu treba istaći da su resursni potencijali rudarskih kompanija oprema, kadrovi i njihovo znanje, infrastruktura, finansije i naročito mineralni resursi koje eksploatišu. Upravljanje resursnim potencijalima i njihovo predvidljivo stanje su preduslovi za smanjenje rizika pojave krize u poslovanju. *Posledice* kriznog poslovanja (prezaduženost, nelikvidnost i neprofitabilno poslovanje), kao krajnji rezultat kriznog poslovanja, povezuju se sa operativnim upravljanjem u kompanijama, dok se *uzroci* kriznog poslovanja uvek vezuju za strateško upravljanje. Dakle, krizne poslovne situacije uvek nastaju na strateškom nivou i ako se na njih ne reaguje na strateškom nivou pravovremeno, one se spuštaju na operativni nivo ali su tada u već odmakloj fazi.

3. SITUACIONA ANALIZA KRIZE POSLOVANJA U RUDARSKIM KOMPANIJAMA ELEKTROPRIVREDE SRBIJE

Poslovna kriza je neplaniran i neželjen proces ograničenog trajanja i mogućnosti uticanja, koji šteti primarnim poslovnim ciljevima. Osnovni primarni poslovni cilj rudarskih kompanija EPS je proizvodnja dovoljnih količina uglja za ispunjenje energetskog bilansa države u sve složenijim geološkim ležišnim uslovima (dubina otkopavanja, raslojenost i kvalitet uglja) i njihovo neispunjavanje vodi urušavanju poslovnog sistema kao

celine. Generalno su vitalno važni, i sledeći egzistencijalni opertativni i strateški ciljevi:

- Očuvanje platežne sposobnosti u svakom trenutku - princip likvidnosti, odnosno princip finansijske stabilnosti je izuzetno bitan operativni cilj poslovanja;
- Dugoročno postizanje projektovanog dobitka, a u posebnim situacijama bar pokriće troškova, odnosno izbegavanje neuravnoteženih ili preteranih gubitaka, takođe je vitalan operativni cilj poslovanja;
- Stvaranje i očuvanje dovoljnih potencijala uspeha (resursnih potencijala) je strateški cilj poslovanja kompanija.

Neostvarivanje prvog cilja dovodi do nelikvidnosti, stanju u kojem kompanija više nije u mogućnosti da redovno podmiruje nastale finansijske obveze. Nelikvidnost nije samo kratkotrajni problem plaćanja, već je to i problem finansijske nestabilnosti, pa je tu reč o krizi likvidnosti kao obliku operativne krize. PD Kolubara kao nosilac površinske eksploatacije uglja u kolubarskom basenu i TE KO Kostolac kao nosilac površinske eksploatacije uglja u kostolačkom basenu, kao uostalom i EPS u celini su duži niz godina u problemu održavanja likvidnosti i finansijske stabilnosti. Posebno je ovaj problem eskalirao poslednjih godina i posledica je uglavnom akumuliranih dugogodišnjih problema finansijske stabilnosti EPS. Izvori problema likvidnosti i finansijske stabilnosti su i eksterni i interni. Naime, glavni izvor nelikvidnosti leži u velikim zaostalim potraživanjima EPS od kupaca kao i problematičnoj tekućoj naplati svojih proizvoda, pre svega električne energije. Takođe, uzrok nelikvidnosti je i neekonomska cena isporučene električne energije na domaćem tržištu.

Izostanak projektovanog dobitka ili čak poslovanje sa gubitkom vodi smanjenju vlastitog kapitala i u konačnom do prezaduživanja. Neostvarivanje ovog cilja odražava krizu uspeha kao oblika operativne krize. Eskalacija i izostanak kontrole prve dve krize može podstaći postupak insolventnosti, stečaja, a u krajnjem slučaju i likvidacije kompanije. Međutim, treba istaći, da kada je reč o rudarskim basenima EPS, ove dve krize su u značajno većoj meri posledica eksternih izvora. Naime, dosadašnja praksa ukazuje da su i naplata potraživanja i cena struje uglavnom politike koje se formulišu na nivou države.

Strateška kriza je uobičajen naziv za nedostatak potencijala uspeha, izostanak odgovarajućih znanja, tehničku i tehnološku zaostalost, nedostatak razvojnih opcija i tako dalje. Najkraće se za stratešku krizu može reći da je to situacija sledećih karakteristika:

- Predstavlja tačku zaokreta u razvoju ili naglu promenu jedne ili više baznih poslovnih varijabli što dovodi u opasnost ostvarenje dosadašnjih osnovnih normi i ciljeva, čime se dovodi u pitanje opstanak poslovnog sistema;

- Predstavlja proces odlučivanja pod vremenskim pritiskom;
- Iz krize proizlaze važne konsekvence za budućnost;
- Kriza proizlazi iz sleda događaja koji rezultiraju nove uslove poslovanja;
- Stvara neizvesnost u proceni situacije i u ovladavanju potrebnog razvoja alternative;
- Smanjuje kontrolu nad događajima i njihovim posledicama;
- Odražava postojanje problema upravljanja.

3.1. Simptomi, uzroci i faze strateške krize u rudarskim kompanijama EPS

Kada je reč o PD Kolubara i TE KO Kostolac strateška kriza je u značajno većoj meri zahvatila PD Kolubaru, odnosno kolubarski basen uglja. Takođe, i sam EPS, kada je reč o rudarskom sektoru, je zahvaćen strateškom krizom. Ovo se može zaključiti iz ad-hock analize stanja u kome se nalazi EPS sa svojim rudarskim kompanijama. Naime, nesporna je činjenica da je nestrateški pristup u razvoju pojedinih površinskih kopova i kolubarskog basena u celini prouzrokovao poslovnu krizu koja se manifestuje veoma otežanom proizvodnjom i ispunjavanjem proizvodnih planova na svim površinskim kopovima osim površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje. Značajno bolja situacija, kada je reč o ukupnom razvoju i ostvarivanju proizvodnih planova je u kostolačkom basenu uglja. Za ocenu postojećeg stanja kostolačkog basena svakako treba istaći značajno bolje ležišne uslove i ukupno okruženje, ali u ovoj oceni ne treba zanemariti činjenicu blagovremenog strateškog planiranja i delom ostvarivanja strateških planova. Problemi u dinamici ostvarenja strateških planova kostolačkog basena uglavnom su eksterne prirode i vezani su za finansijski kapacitet EPS odnosno države, dok su uzroci strateške krize u kolubarskom basenu vezani za izostanak strateškog planiranja duži niz godina unazad. Posledice ovakvog stanja u kolubarskom basenu ogledaju se, pre svega, u stanju razvoja eksplotacije uglja u istočnom delu basena gde su veoma izraženi problemi vezani za eksproprijaciju, izmeštanje infrastrukturnih objekata i razvoj svih površinskih kopova, od kojih se neki danas nalaze u najtežoj poslovnoj krizi. Takođe, u kolubarskom basenu, duži niz godina je intenzivna eksploatacija vršena u istočnom delu basena, gde se nalazi značajno kvalitetniji ugalj u odnosu na zapadni deo basena. Ovo za posledicu ima neizbalansiranu eksploataciju uglja sa aspekta kvaliteta u čitavom basenu. Dugogodišnji izostanak strateških opredeljenja ukupnog razvoja kolubarskog basena (geološka istraživanja, ljudski resursi, oprema, finansijska stabilnost itd.), konačno je doveo do veoma otežanih uslova dalje eksploatacije na površinskim kopovima u istočnom delu basena, posebno na

površinskom kopu Polje D, uz dodatno i pogoršanje geoloških parametara radne sredine.

Krize poslovanja kao i svaki drugi proces imaju svoje faze. Uobičajeno to su:

- potencijalna,
- latentna i
- akutna faza.

U fazi potencijalne krize neophodno je anticipativno upravljanje krizom kao misaono predusretanje moguće nastupajuće krize. Kod latentne krize, intenzivno se koriste instrumenti preventivnog upravljanja krizom, pre svega sistemi ranog upozorenja i upravljanje rizicima. Kod akutne krize kao najvišoj fazi kriznog poslovanja, neophodna je identifikacija krize ali i reaktivno upravljanje u cilju izlaska iz krize.

Kada je reč o rudarskim kompanijama EPS, kriza u kolubarskom basenu je očigledno u akutnoj fazi, u kostolačkom basenu u latentoj fazi, dok je kriza u rudarskom sektoru EPS, takođe u akutoj fazi zbog uzročno posledične veze stanja kolubarskog basena na ukupno stanje EPS. Poslovna kriza u kostolačkom basenu se karakteriše kao latentna, zbog toga što se bez obzira na finansijsku nestabilnost, primarni razvojni procesi u većoj meri realizuju upravo preventivnim delovanjem.

Potencijalna faza i simptomi krize poslovanja kolubarskog basena datiraju još iz vremena pre devedesetih godina prošlog veka. Latentna faza krize poklapa se sa periodom međunarodnih ekonomskih sankcija Republici Srbiji, a ovu kriznu fazu dodatno su inicirali netehnički i neekonomski zahtevi za davanjem neophodne proizvodnje uglja radi ispunjenja energetskih zahteva države u tom periodu. Međutim, okončanjem ekonomskih sankcija prema Republici Srbiji zasigurno su prestali mnogi objektivni razlozi koji su doveli kolubarski basen u stanje latntne poslovne krize. Generalno, potencijalna faza krize traje od sredine devedesetih godina prošlog veka do početka ekonomskih sankcija Republici Srbiji, latentna faza krize traje sledećih petnaestak godina, do 2005. godine kada kriza poslovanja prelazi u akutnu fazu. Isti put, samo fazno vremenski pomeren, ima i poslovna kriza rudarskog sektora u EPS. Ova vremenska fazna pomerenost, obzirom na hijerarhijsku organizacionu i tehnološku povezanost, ne može biti veća od jedne godine.

4. MOGUĆI PRAVCI PREVAZILAŽENJA KRIZE POSLOVANJA U RUDARSKIM KOMPANIJAMA ELEKTROPRIVREDE SRBIJE

Upravljanje krizom poslovanja zavisi od toga u kojoj su meri pogođeni pojedini, interni i eksterni subjekti. Spremnost hvatanja u koštac sa kriznim razvojem zavisi i od sistema vrednosti kao širem kontekstu krize. Ako se

kriza primarno shvata kao neuspeh i nedostatak vere u vlastite sposobnosti, tada dolazi do pojave negiranja krize, njenog zataškavanja i zanemarivanja njenih simptoma, što za posledicu ima produbljivanje krize. Međutim, ako se kriza shvati kao deo poslovnog procesa koji se i pored mera opreza i pune odgovornosti ne može isključiti, tada se otvara prostor za konstruktivna rešenja i prevazilaženje kriznih situacija.

Obzirom na dugi vremenski okvir trajanja krize poslovanja u kolubarskom basenu uglja i rudarskom sektoru EPS, razloge trenutnog stanja treba tražiti isključivo u procesu strateškog upravljanja i činjenici da strateški menažment i na nivou kolubarskog basena ali i na nivou EPS nije bio u stanju da prepozna krizu, a kasnije ni da je prihvati i da se sa njom bori.

Već je istaknuto da su u savremenom poslovanju, pa i poslovanju rudarskih kompanija krize poslovanja neizbežne. Zbog toga je izazov za svaku rudarsku kompaniju u izgradnji i korišćenju instrumenata efikasnog upravljanja poslovnom krizom. To znači da je neophodno koristiti instrumente preventivnog delovanja u fazi potencijalne i fazi latentne krize, kao i instrumente identifikacije i ovladavanja krizom u akutnoj fazi. Posebno je važno prepoznati krizni razvoj u najranijoj fazi, poslovnim promenama krizu savladati i krenuti prema novom poslovnom uspehu, jer što je kriza dublja, to je zahtevnije i dugotrajnije njeno ovladavanje, a i posledice su dalekosežnije.

Kao strateški odgovor na već akutno stanje krize poslovanja, EPS je preduzeo značajan korak u prevazilaženju takvog stanja, pa je u 2012. godini izrađena i početkom 2013. godine usvojena Strategija upravljanja mineralnim resursima uglja u kolubarskom i kostolačkom basenu za period do 2017. godine. Ovom Strategijom izvršena je detaljna analiza dosadašnjeg razvoja kolubarskog i kostolačkog basena i na bazi projektovanih potreba enegetskog bilansa Republike Srbije i raspoloživih resursa uglja, determinisani su razvojni planovi eksploatacije uglja u ova dva basena. Takođe, za planirani strateški razvoj definisani su potrebni resursi (investicije, kadrovi, oprema i tako dalje) i dinamika realizacije pojedinih strateških opredeljenja. U okviru Strategije dat je i plan neophodnih aktivnosti kao i potencijalni rizici za njenu realizaciju.

Praktično, ovom Startegijom determinisano je stanje akutne poslovne krize u eksploataciji uglja u kolubarskom basenu zatim, analizom više razvojnih opcija definisan je plan izlaska iz krize poslovanja, a kao preventivna mera i odgovor na na rizike realizacije Strategije analizirani su i potencijalni rizici. Treba istaći da je pomenuta Strategija trebalo da bude usvojena u polovinom 2012. godine, i odmah da počne da se realizuje, sa periodom trajanja od pet godina.

5. MERE ZA PREVAZILAŽENJE KRIZE POSLOVANJA U RUDARSKIM KOMPANIJAMA ELEKTROPRIVREDE SRBIJE

Strategija je ukazala na veoma složenu situaciju po pitanju daljeg razvoja rudarskog sektora EPS. Uvažavajući prethodna iskustva na izgradnji i realizaciji strateških opredeljenja u EPS, zaključnim razmatranjima Strategije konstatovano je da je hitno potrebno, a najkasnije do kraja 2013. godine izraditi i usvojiti akcioni plan za realizaciju ove Strategije, kojim treba u detaljima razraditi sve aktivnosti kao i dinamika realizacije pojedinih aktivnosti, posebno za svaki od ova dva basena. Ovo se posebno odnosi na izradu urbanističko-planske, geološke (prevođenje vanbilansnih u bilansne rezerve uglja) i rudarske investiciono-tehničke dokumentacije iz koje treba da proisteknu detaljni planovi potrebnih investicionih ulaganja i njihove realizacije.

Izrada akcionih planova realizacije neke Strategije je prirodan sled događaja, kako bi sama Strategija postala operativna i kako bi se planirane strateške aktivnosti sa sigurnošću i na vreme ostvarile. Zbog toga, akcioni planovi i jesu ključni za realizaciju Strategije. Međutim, za ovu Strategiju EPS i posle usvajanja nisu urađeni predviđeni akcioni planovi, što za posledicu ima i nerealizaciju same Strategije. Jasno je da se zbog toga kriza produbljuje ali nije jasno da li se njen stepen i obim i dalje svesno ili nesvesno zanemaruje. Ad-hok aktiviranjem pojedinih aktivnosti predviđenih pomenutom Strategijom, realizacija Strategije se ne može ostvariti, a samim tim ni izlazak iz krize poslovanja. Obzirom na sporost u rešavanju akutnih tehničko-tehnoloških problema neophodno je u vrlo kratkom roku preduzeti sledeće aktivnosti:

- Doneti jasan Dugoročni program eksploatacije uglja u EPS na osnovu strateških programa Strategije razvoja energetike Republike Srbije i Strategije upravljanja resursima uglja.
- Rešiti status sektora uglja u okviru sistema EPS i uvesti novi poslovni model upravljanja proizvodnjom sa akcentom na optimizaciju svih segmenata u proizvodnom lancu vrednosti.
- Izvršiti revitalizaciju i modrnizaciju postojeće rudarske opreme na osnovu višekriterijumske analize stanja.
- Uvesti jedinstvene informaciono-nadzorno-upravljačke sisteme za praćenje otkopavanja i kontrolu kvaliteta uglja.
- Sprovoditi blagovremeno usvajanje godišnjih planova prozvodnje JP EPS, kao važan preduslov za sigurno i kvalitetno održavanje i remont opreme.

5.1. Krizni menadžment kao mera za prevazilaženje krize poslovanja u rudarskim kompanijama Elektroprivrede Srbije

Krizni menadžment se bazira na znanjima o krizama poslovnih sistema u kontekstu savremenih političkih, ekonomskih, poslovnih, razvojnih, bezbednosnih i drugih rizika, kao i na usvajanju individualnih i timskih kompetencija za identifikovanje, analizu i procenu rizika, izbor i primenu adekvatnih strategija u procesu odlučivanja i integralnog upravljanja kriznim situacijama u poslovnim sistemima.

Pre nego što se donese odluka o primeni odgovarajućeg modela izlaska iz krize (Strategije izlaska iz krize), obavezno se kao model upravljanja poslovnim sistemom uvodi krizni menadžment, koji za cilj nema prevashodno promenu postojećeg menadžmenta ili dovođenje novog, već uspostavljanje takvog ambijenta u poslovnom sistemu koji zahteva ali i omogućuje brzu i usmerenu akciju svih nivoa poslovnog sistema.

Ovo je praktično prvi proces u modelu za izlazak iz krize. Drugi proces u modelu je identifikacija problema i dijagnoza stanja, treći proces čini izrada akcionih planova sa merama, programima i aktivnostima za prevazilaženje krizne situacije, dok četvrti proces obuhvata aktivnosti realizacije akcionih planova, a peti monitoring i kontrolu realizacije akcionih planova. Na kraju sledi, po uspostavljanju poslovnog ambijenta za efikasno i efektivno delovanje, proces zatvaranja krizne situacije.

Analizirajući postojeće stanje po pitanju poslovnog ambijenta, kao ključnog za izlazak iz krize, očigledno je da je u rudarskom sektoru EPS, a i u kolubarskom basenu vrlo malo urađeno i to, pre svega, na stvaranju poslovnog ambijenta za brze i usmerene akcije, a kada je reč o formiranju timova sa individualnim i timskim kompetencijama nisu postignuti zadovoljavajući rezultati.

Kada je reč o procesu identifikacija problema i dijagnoza stanja, praktično je izradom i usvajanjem Strategije upravljanja mineralnim resursima uglja u kolubarskom i kostolačkom basenu do 2017. godine ovaj proces u potpunosti okončan. Međutim, u vezi ostalih procesa modela izlaska iz krize praktično nije urađeno mnogo, zbog čega se i analizirana kriza poslovanja dalje produbljuje.

Opisani preliminarni model kriznog menadžmenta kao mera za izlazak iz krize poslovanja je nezaobilazan i predstavlja dobru praksu u rešavanju kriza. Bez njegove potpune primene, ad-hok pokušajima iznalaženja rešenja, kolubarski basen i rudarski sektor EPS neće moći da izađu iz krize poslovanja.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Upravljanje rudarskim kompanijama i rudarskom sektoru EPS u analiziranoj kriznoj situaciji uključuje donošenje odluka i reševanje problema odlučivanja u svim segmentima njihovog funkcionisanja kompetentno i sistemskim pristupom. Da bi se to postiglo neophodno je uspostaviti krizni menadžment kao dobru praksu u procesu prevazilaženja kriznih situacija. Usvojena Strategija upravljanja mineralnim resursima uglja u kolubarskom i kostolačkom basenu do 2017. godine je dobra osnova za prevazilaženje krizne situacije jer su u njoj identifikovani problemi i uzroci, detektovano stanje krizne situacije i date opcije rešenja. Izrada i usvajanje ove Strategije ili separatna primena nekog rešenja iz nje, ostaće samo ad-hok pokušaj izlaska iz krize, kao što je i do sada često bio slučaj. Samo primena celovitog modela kriznog menadžmenta i promene koje on nosi mogu u potpunosti da odgovore na svu složenost kriznog poslovanja i iskoriste uočene šanse u Strategiji za izlazak iz faze akutne krize rudarskog sektora EPS i posebno kolubarskog basena.

LITERATURA

1. Anderson D., Sweeney D., Wiliams T., Management Science, Tomson, Mason, Ohio, 2003.
2. Borodzick E., Risk, Crisis and Security Management, West Sussex, John Wiley & Sons, 2005
3. Heifetz R., Grashow A., Linsky M., Leadership in a (Permanent) Crisis, Harvard Business Review, Boston, 2009.
4. Kildow B. A., A Supply Chain Management Guide to Business Continuity, American Management Association, New York, 2011.
5. Wallace M., Webber L., The Disaster Recovery Handbook: A Step-by-Step Plan to Ensure Business Continuity and Protect Vital Operations, Facilities and Assets, American Management Association, New York, 2007.
6. Strategija upravljanja mineralnim resursima uglja u kolubarskom i kostolačkom basenu za period do 2017. godine, Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2012.

SEKTOR UGLJA U NACRTU STRATEGIJE RAZVOJA ENERGETIKE REPUBLIKE SRBIJE DO 2025. GODINE SA PROJEKCIJAMA DO 2030. GODINE

COAL SECTOR IN THE SERBIAN ENERGY DEVELOPMENT STRATEGY DRAFT TILL THE YEAR 2025 WITH projection TO THE YEAR 2030

Pavlović V.[1], Ivezić D.[2], Ignjatović D.[3]

Apstrakt

Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine Republike Srbije pripremilo je Nacrt Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine, koji se u periodu od 16.08. do 11.10.2013. godine nalazi na javnoj raspravi. U radu je predstavljeno mesto i uloga sektora uglja u projekcijama razvoja energetike Srbije prema Nacrtu nove Strategije.

Ključne reči: Strategija, energetika, resursi, rezerve, sektor uglja, finalna potrošnja

Abstract

Ministry of Energy, Development and Environmental Protection of the Republic of Serbia has prepared a draft of the Republic of Serbia Energy Strategy till the year 2025 projections to the year 2030, which is from the period of the 16th of August to the 11th of October in the year 2013 in the public discussion. The paper presents the position and role of the coal sector in the Serbian energy development projections according to a new Strategy Draft.

Keywords: Strategy, energy, resources, reserves, coal sector, final consumption

[1] Prof. Dr Pavlović Vladimir, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Prof. Dr Ivezić Dejan, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Prof. Dr Ignjatović Dragan, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd

1. UVOD

Nacrt Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine [1] definiše strateške prioritete i pravce razvoja energetskog sektora. Strategija je rađena uzimajući u obzir raspoložive energetske resurse i potencijale, postojeću strukturu energetskog sektora u Srbiji, projekcije privrednog razvoja i demografskih kretanja, i uvažavajući sve obaveze koje proističu iz Ugovora o energetskoj zajednici, potpisanog 2005. godine.

Tri strateška pravca razvoja koja Nacrt strategije predviđa su energetska bezbednost, odnosno sigurno i pouzdano snabdevanje energijom, zatim razvoj nacionalnog i regionalnog tržišta energije i održivost energetike, koja uključuje iskorišćenje obnovljivih izvora energije, povećanje energetske efikasnosti i zaštitu životne sredine.

Ugalj je energent sa dominantnim učešćem u strukturi energetskih rezervi fosilnih goriva Republike Srbije. U nacrtu Strategije je zbog toga ovom energentu i celokupnom sektoru uglja posvećeno značajno mesto.

2. ENERGETSKI RESURSI REPUBLIKE SRBIJE

Energetske resurse i potencijale Republike Srbije čine fosilna, konvencionalna (ugalj, nafta i prirodni gas) i nekonvencionalna goriva (uljni škriljci), kao i obnovljivi izvori energije. Struktura energetskih rezervi fosilnih goriva Republike Srbije je prikazana u Tabeli 2.1. Rezerve kvalitetnijih energenata, kao što su nafta i gas su simbolične i čine manje od 1% geoloških bilansnih i vanbilansnih rezervi visokog stepena istraženosti, dok preostalih 99% energetskih rezervi čine razne vrste ugljeva, sa najvećim udelom lignita, od preko 95% u bilansnim rezervama. Značajan deo rezervi lignita se nalazi na teritoriji Autonomne pokrajine (AP) Kosova i Metohije. Kada se razmotre ukupne geološke rezerve, pored najzastupljenijih rezervi lignita, uočava se prisustvo još uvek neeksploatisanih uljnih škriljaca, od oko 9% u ukupnim geološkim rezervama.

Najznačajnija ležišta uglja u Republici Srbiji su ležišta lignita (meki mrki ugljevi). Geološke rezerve lignita u odnosu na geološke rezerve svih vrsta uglja u Republici Srbiji čine 97%. Eksploatabilne rezerve uglja sa visokim stepenom istraženosti, koje se po rentabilnosti dele na klasu bilansnih rezervi uglja rentabilnih za eksploataciju i klasu vanbilansnih rezervi uglja koje u ovom trenutku nisu rentabilne za eksploataciju, prikazane su u Tabeli 2.2. Treba napomenuti da se od prikazanih količina lignita (8,88 milijardi tona), oko 4,5 milijardi nalazi u Kosovskom i Metohijskom basenu, dok je oko 4 milijardi tona u centralnom delu Republike Srbije, odnosno Kolubarskom i Kostolačkom basenu. Ukupne eksploatabilne rezerve uglja su značajne i

predstavljaju realnu osnovu za dalji dugoročni razvoj energetike uopšte, a posebno za proizvodnju električne energije.

Tabela 2.1. Geološke rezerve fosilnih goriva (miliona ten)

Energetski resursi	Geološke rezerve ($A+B+C_1$)	Ukupne geološke rezerve
Kameni ugalj	2.77	4.02
Mrki ugalj	37.7	45.17
Mrkolignitski ugalj	134.25	193
Lignit	1.583 (780*)	3.698
Nafta	10.14	50
Prirodni gas	3.37	50
Uljni škriljci	-	398*

Tabela 2.2. Bilansne i vanbilansne rezerve uglja Republike Srbije (t)

Ugalj	Klasa	Kategorija			
		A	B	C_1	($A+B+C_1$)
Kameni	Bilansne	522.450	2.983.880	2.668.300	6.174.630
	Vanbilansne	14.680	1.081.800	944.300	2.040.780
	Ukupne	537.130	4.065.680	3.612.600	**8.215.410**
Mrki	Bilansne	1.367.620	35.479.840	53.273.080	90.120.540
	Vanbilansne	5.271.470	9.676.700	6.224.920	21.173.090
	Ukupne	6.639.090	45.156.540	59.498.000	**111.293.630**
Mrko-lignitski	Bilansne	2.345.720	174.674.640	91.318.930	268.339.290
	Vanbilansne	1.328.220	7.127.010	2.258.430	10.713.660
	Ukupne	3.673.940	181.801.650	93.577.360	**279.052.950**
Lignit	Bilansne	774.324.582	2.887.065.419	3.803.052.960	7.464.442.961
	Vanbilansne	332.935.312	347.870.690	735.168.800	1.415.974.802
	Ukupne	1.107.259.894	3.234.936.109	4.538.221.760	**8.880.417.763**

U Tabeli 2.3 su prikazane ukupne geološke rezerve uglja Republike Srbije. Imajući u vidu visok stepen istraženosti, ukupne geološke rezerve u Republici Srbiji bez pokrajina u Tabeli 2.3 se poklapaju sa geološkim rezervama datim u Tabeli 2.2. Nizak stepen istraženosti na teritoriji Kosova i Metohije, dovodi do značajne razlike između bilansnih i vanbilansnih rezervi i ukupnih geoloških rezervi uglja.

Tabela 2.3. Ukupne geološke rezerve uglja Republike Srbije (1000 t)

Ugalj	Srbija bez AP	AP Kosovo i Metohija	AP Vojvodina	Ukupno Srbija
Kameni	8.215	-	-	8.215
Mrki	111.294	-	-	111.294
Mrkolignitski	536.678	-	8.729	545.407
Lignit	3.989.333	15.746.000	275.000	20.010.333

Prema podacima iz bilansa rezervi za 2010. godinu, više od 76% ukupnih rezervi uglja u Republici Srbiji se nalazi u Kosovsko-Metohijskom basenu. Prema istom izvoru, u Kolubarskom basenu nalazi se 14%, a u Kostolačkom

3,3% rezervi uglja. Sjenički i Kovinski basen sadrže 2,7% ukupne količine uglja. Najznačajnije rezerve lignita koje se danas eksploatišu u okviru Elektroprivrede Srbije nalaze se u Kolubarskom i Kostolačkom basenu.

Generalni zaključak vezan za neobnovljive energetske izvore u Republici Srbiji je da nisu u dovoljnoj meri istraženi (izuzev uglja) i da, prema tome, podaci o njima nisu konačni. Rezerve uglja su takve da prema projekcijama potrošnje zadovoljavaju potrebe do kraja ovog veka. Rezerve uljnih škriljaca su značajne, ali uslovi njihove eksploatacije i tehnologija njihovog korišćenja tek treba da se definišu, s obzirom da se radi o nekonvencionalnom gorivu. Rezerve nafte i prirodnog gasa omogućiće njihovu proizvodnju do 2030. godine, a dalja eksploatacija zavisiće od prevođenja vanbilansnih rezervi u bilanse, kao i otkrića novih ležišta. Dakle, geološke rezerve primarnih izvora energije još uvek predstavljaju značajnu osnovu za razvoj proizvodnje i korišćenje za potrebe razvoja energetike Republike Srbije.

3. PROJEKCIJE FINALNE POTROŠNJE ENERGIJE

Način i količina energije potrebne za finalnu potrošnju određuje, dalje i potreban razvoj sektora energetskih transformacija (elektroenergetika i daljinsko grejanje), a direktno ili indirektno i razvoj proizvodnje (ili potrebu za uvozom) primarnih oblika energije (obnovljivi izvori energije, ugalj, nafta i prirodni gas). Za potrebe planiranja razvoja energetskog sektora definisana su dva scenarija finalne potrošnje energije u periodu do 2030. godine:

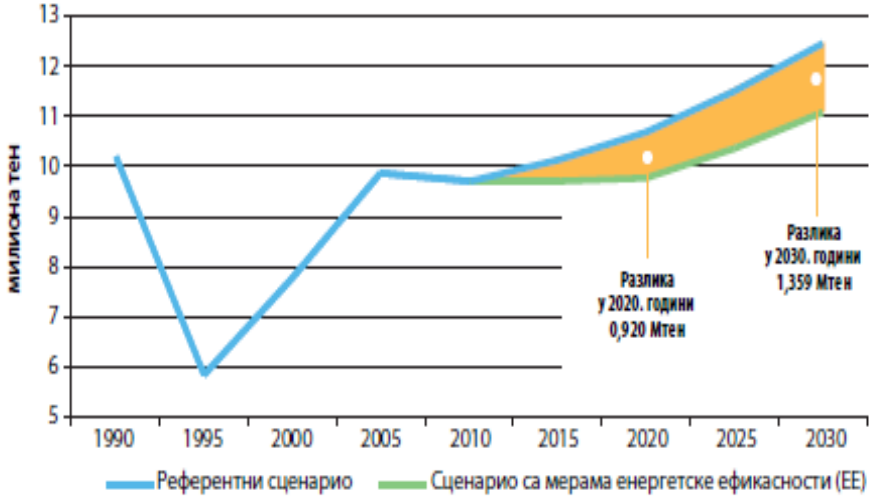
- Referentni scenario („business as usual”) i
- Scenario sa primenom mera energetske efikasnosti.

Prvi scenario se odnosi na nastavak dosadašnje prakse u potrošnji energije, dok se drugi scenario odnosi na maksimalno promovisanje mera energetske efikasnosti u svim fazama energetskog ciklusa.

Na dijagramu na Slici 3.1 su uporedo prikazane projekcije finalne potrošnje energije po ova dva scenarija. U odnosu na baznu 2010. godinu, povećanje iznosi 10,1% u referentnom, odnosno 1% u scenariju sa merama EE do 2020. godine, odnosno 18% i 6,8% do 2025. godine (u odnosu na baznu godinu). Razlika u finalnoj potrošnji po ova dva scenarija u 2020. godini iznosi 920 hiljada ten, što energetsku efikasnost promoviše u„novi energetski izvor“ i daje snažnu osnovu da celokupna energetska politika bude usmerena na to da potrošnja finalne energije u Republici Srbiji teži Scenariju sa primenom mera energetske efikasnosti. Dakle, bez obzira što će privredni razvoj zemlje, uz predviđenu reindustrijalizaciju neminovno dovesti do povećanih potreba za energijom, neophodno je intenzivnom primenom mera i postupaka za povećanje energetske efikasnosti obezbediti

da pokazatelji energetskog intenziteta (svedeni na novčane i naturalne vrednosti) teže prosečnim vrednostima u zemljama Evropske unije (EU).

U zavisnosti od izabranog scenarija u Nacrtu strategije je data i različita projekcija potrošnje uglja u finalnoj potrošnji (Tabela 3.1). Prema projekcijama potrošnja uglja ostaje na nivou bazne godine (u referentnom scenariju) ili blago opada (u scenariju sa merama EE).



Slika 3.1. Projekcija finalne potrošnje energije

Tabela 3.1. Potrošnja uglja u finalnoj potrošnji (1.000 ten)

Godina	2010	2015	2020	2025	2030
Referentni scenario	1.025	996,7	989,6	1.013,8	1.046,3
Scenario sa primenama mera EE		918,5	837,2	881,7	934,9

4. STRATEŠKI PRIORITETI I CILJEVI

Obezbeđenje energetske bezbednosti, razvoj tržišta energije i sveukupna tranzicija ka održivoj energetici se nameću kao ključni prioriteti energetskog razvoja Republike Srbije, odnosno principi na kojima je potrebno razvijati energetsku politiku do 2030. godine (Tabela 4.1).

Razvoj energetike Republike Srbije treba da bude takav da njegovi efekti po životnu sredinu budu minimalni. Međutim, energetika Srbije će morati i da bude tržišno utemeljena i ekonomski efikasna, u meri da generiše sopstveni razvoj, ali i da predstavlja generator i sigurnu osnovu razvoja zemlje.

Tabela 4.1. Strateški prioriteti i ciljevi energetske politike RS

ENERGETSKA BEZBEDNOST	- Pouzdano, sigurno, efikasno i kvalitetno snabdevanje energijom i energentima - Uspostavljanje uslova za pouzdan i bezbedan rad i održivi razvoj energetskih sistema i energetskog sektora uopšte
TRŽIŠTE ENERGIJE	- Konkurentnost na tržištu energije na načelima nediskriminacije, javnosti i transparentnosti - Zaštita kupaca energije i energenata - Razvoj tržišta električne energije i prirodnog gasa i njihovo povezivanje sa jedinstvenim tržištem energije EU - Intenzivnije povezivanje energetskog sistema Republike Srbije sa energetskim sistemima drugih država, naročito onih iz neposrednog okruženja
ODRŽIVA ENERGETIKA	- Obezbeđenje uslova za unapređenje energetske efikasnosti u obavljanju energetskih delatnosti i potrošnji energije - Stvaranja ekonomskih, privrednih i finansijskih uslova za povećavanje udela energije iz obnovljivih izvora energije, kao i za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije - Stvaranje institucionalnih, finansijskih i tehničkih pretpostavki za za korišćenje novih izvora energije - Unapređenje stanja i sistema zaštite životne sredine u svim oblastima energetskih delatnosti - Uspostavljanje povoljnijih zakonskih, institucionalnih i logističkih uslova za dinamičnije investiranje u energetiku

5. RAZVOJ SEKTORA UGLJA

Razrada energetske politike po energetskim sektorima predstavlja integraciju definisanih ciljeva i prioriteta u pretpostavljeni scenario razvoja energetskog sektora, tako da se za svaki sektor definišu strateški ciljevi i prioritetne aktivnosti/pravci delovanja.

Kao strateški ciljevi za sektor uglja su navedeni:

- Sigurno i pouzdano snabdevanje elektroenergetskih termoenergetskih kapaciteta;
- Obezbeđenje potrebnih količina uglja za finalnu potrošnju i za proizvodnju toplotne energije.

Uzeto je u obzir trenutno stanje u sektoru:

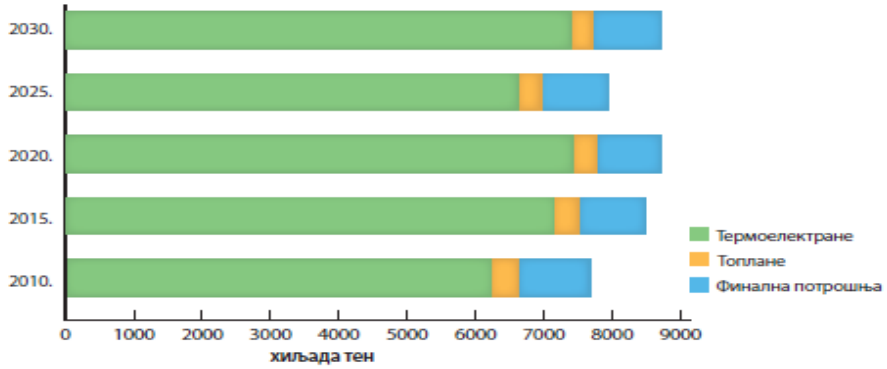
- Starost postrojenja i opreme i potreba revitalizacije,
- Problemi u eksproprijaciji zemljišta za dalji razvoj površinskih kopova
- Podzemna eksploatacija uglja je nerentabilna i funkcioniše zahvaljujući državnoj pomoći.

Definisani su strateški pravci delovanja:

- Intenziviranje istraživanja ležišta uglja na teritoriji cele Srbije,
- Otvaranje zamenskih kapaciteta za postojeće površinske kopove koji prestaju sa radom i otvaranje kopova koji će biti namenjeni za nove termoenergetske kapacitete,
- Optimizacija i koncentracija proizvodnje uglja iz podzemne eksploatacije u profitabilnim objektima,
- Uvođenje sistema za upravljanje kvalitetom uglja.

Utvrđene i potencijalne rezerve lignita u Kolubarskom, Kostolačkom i ostalim basenima su takvog reda veličina, da mogu u potpunosti i dugoročno da zadovolje rastuće potrebe za sigurnim snabdevanjem postojećih revitalizovanih i novih termoelektrana. U tom smislu otvaranje novih površinskih kopova u Kolubarskom basenu i proširenje kapaciteta na površinskom kopu Drmno su predloženi za prioritetne aktivnosti u sektoru.

Na dijagramu na Slici 5.1 je prikazana projekcija potrošnje uglja za proizvodnju električne energije, kao i za korišćenje u finalnoj potrošnji i za proizvodnju toplotne energije.



Slika 5.1. Projekcija primarne potrošnje uglja (Referentni scenario)

Za održavanje rada postojećih i predviđenih, novih termokapaciteta potrebno je otvaranje novih površinskih kopova. Projekti koje je neophodno realizovati da bi se obezbedio nesmetan rad postojećih termoenergetskih blokova su u Kolubarskom basenu vezane za investicije u postojeće kopove (Tamnava - Zapadno Polje, Polja C i D, izmeštanje naselja Vreoci, ukupna investicija 470 miliona €), otvaranje površinskog kopa Polje E, kao zamenskog kopa za kop Polje D (investicija 532 miliona €) i otvaranje površinskog kopa Polje G kao zamena za kop Veliki Crljeni (investicija 161 miliona €).

Otvaranje površinskog kopa Radljevo (vrednost investicije 600 miliona € za period realizacije 6 godina i dostizanja projektovane proizvodnje od 13

miliona tona uglja godišnje, odnosno 1.232 miliona € do kraja veka eksploatacije) je strateški vezano za izgradnju TE Kolubara B i TENT B3, ali i za dalji razvoj Kolubarskog basena uglja, i u tom smislu je neophodno dinamičko usklađivanje realizacije ovih projekta.

U Kostolačkom basenu je moguće postupno povećavanje proizvodnje uglja sa površinskog kopa Drmno (nezavršene investicije za postizanje kapaciteta od 9 miliona tona uglja iznose 100 miliona €, a dodatnih od 130 miliona € je potrebno za dostizanje kapaciteta od 12 miliona tona uglja godišnje), a dugoročnije gledano i aktiviranje proizvodnje na drugim površinskim kopovima (Ćirikovac, zapadni deo Kostolačkog basena), što zavisi od izgradnje proizvodnih kapaciteta u ovom basenu.

Kapacitet Kovinskog basena može da omogući kontinualno snabdevanje termokapaciteta snage od oko 700 MW, ali to zahteva investiciju u rudarskom sektoru od oko 500 miliona €.

Što se tiče podzemne eksploatacije uglja, strateški je neophodno da se rezerve ovih rudnika vežu za termo kapacitete. Novim investicijama (od oko 330 miliona €) bi moglo da se pristupi eksploatabilnim rezervama od oko 155 miliona tona uglja. U tom slučaju moguće je godišnje proizvesti i plasirati (termokapaciteti i široka potrošnja) oko 3 miliona tona komercijalnog uglja, sa proizvodnim troškovima koji bi morali da budu ispod 2 evra/GJ.

Tako restrukturirana podzemna eksploatacija uglja bi mogla ekonomski samostalno da egzistira i snabdeva potrošače ekvivalentno jednoj TE od oko 300 MW i jednoj toplani od 50 do 100 MW.

Potencijalni projekti izgradnje novih termokapaciteta usklađenih sa razvojem sektora uglja prikazani su u Tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Potencijalni projekti izgradnje novih termokapaciteta

Naziv projekta	**Instalisana snaga**	**Vreme potrebno za realizaciju projekta**	**Orijentaciona vrednost investicije**
TENT B3	750 MW	4-6 godina	1.600.000.000 €
TE Kolubara B	2*375 MW	6 godina	1.500.000.000 €
TE Kostolac B3	350 MW	4 godina	450.000.000 €
TE Novi Kovin	2*350 MW	6 godina	1.330.000.000 €
TE Štavalj	300 MW	5 godina	750.000.000 € sa rudnikom

6. UMESTO ZAKLJUČKA

Pri razmatranju predloženih scenarija i saglasno njima, i razvoja pojedinih energetskih sektora treba imati na umu da svaka dugoročna strategija energetskog razvoja sadrži izvestan stepen neizvesnosti, s obzirom na promene parametara relevantnih za razvoj: stope privrednog razvoja, cene energije, primene novih tehnologija za korišćenje konvencionalnih goriva i OIE, promene u investicijama potrebnim za razvoj pojedinih projekata, itd. Zbog toga je u periodu realizacije Strategije neophodno permanentno preispitivati sektorske ciljeve, zacrtane aktivnosti i njihovu realizaciju, a ukoliko se pokaže potrebnim, vršiti njeno prilagođavanje konkretnim potrebama, uslovima i mogućnostima.

Ugalj je nesumnjivo najznačajniji domaći energent sa rezervama koje bi prema projektovanom nivou potrošnje bile dovoljne za eksploataciju i nakon 2050. godine. U tom smislu za razvoj ovog sektora u periodu koji obuhvata Nacrt Strategije, ali i nakon toga, je bitan razvoj tehnologija korišćenja „čistog uglja“ koje uključuju i skladištenje SO_2. Evropska komisija je predložila fazno i dugoročno realizovanje proizvodnje energije iz „čistog uglja“ u visoko efikasnim termoelektranama sa tehnologijama za prikupljanje i skladištenje SO_2. Korišćenje „čistog uglja“ bi trebalo da se realizuje u tri faze.

U prvoj fazi, koja je već u praktično dostignuta u razvijenim zemljama EU, vrši se revitalizacija postojećih i izgradnja novih termoelektrana sa povećanom efikasnošću, smanjenom emisijom SO_2, SO_2, NOx i praškastih materija. U drugoj fazi se projektuju i izgrađuju termoelektrane sa stepenom korisnosti 50%, dok se konačno, u trećoj fazi posle 2030. godine, industrijski koriste tehnologije izdvajanja i deponovanja CO_2.

Ovo bi bio scenario koji je moguće preslikati i na razvoj domaćeg energetskog sektora. Na ovaj način, sa stalnom modernizacijom termoelektrana, mnogo većom efikasnošću njihovog rada i izdvajanjem i deponovanjem CO_2, ugalj bi mogao da odigra bitnu ulogu u obezbeđenju sigurnosti snabdevanja energijom u Republici Srbiji i posle 2030. godine.

LITERATURA

1. Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine Republike Srbije, Nacrt strategije razvoja energetike Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine, http://www.merz.gov.rs/cir/dokumenti/nacrt-strategije-razvoja-energetike-republike-srbije-za-period-do-2025-godine-sa

POUZDANOST ODVODNJAVANJA LINIJAMA BUNARA

RELIABILITY OF LINES BY DEWATERING WELLS

Pavlović V.[1], Šubaranović T.[2], Polomčić D.[3]

Apstrakt

Funkcionisanje linija bunara sistema odvodnjavanja i njegovih elemenata je definisano kao složeni slučajni proces sa eksponencijalno raspodeljenim vremenima realizacija stanja rada i otkaza. Parametri pouzdanosti sistema dobijaju se na osnovu analize mogućih stanja sistema vezanih ne samo za vremena rada i otkaza opreme već i uslovljenih zastoja zbog karakteristika radne sredine i funkcionisanja procesa upravljanja. Kombinovani sistem odvodnjavanja linijom bunara sa objedinjavanjem toka vode je strukturno predstavljen paralelnim podsistemom bunara, koji preko pumpi transportuju paralelno vodu do rednog podsistema cevovoda i drugih elemenata. Za vreme otkaza elemenata kompleksnog rednog sistema nanose se određeni ekonomski gubici, dok povećanje pouzdanosti povlači veće troškove, pa proizilazi potreba za ekonomskom optimizacijom nivoa pouzdanosti sistema odvodnjavanja na površinskim kopovima.

Ključne reči: Pouzdanost, linija bunara, slučajni proces, radna sredina, upravljanje

Abstract

Performance of the dewatering system lines of wells and its elements is defined as a complex stochastic process with exponentially distributed implementation times of operating conditions and failures. Reliability system parameters are obtained on the basis of the analysis of possible system

[1] Prof. Dr Pavlović Vladimir, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Mr Šubaranović Tomislav, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Prof. Dr Polomčić Dušan, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd

conditions related not only to the operating time and equipment failure but to the caused delays due to the working environment characteristics and performance of the management process. Combined system of dewatering by wells line with the unification of water flow is structurally represented by parallel subsystem of wells, which via pumps transport in parallel water to a sequential pipeline subsystem and other elements. During complex sequential systems elements downtime are caused certain economic losses, while reliability increasing entails higher costs, so there is a need for economic optimization of the dewatering system reliability level on the opencast mines.

Keywords: Reliability, line of wells, random process, working environment, management

1. UVOD

Sistemi odvodnjavanja na površinskim kopovima kao i drugi tehnički sistemi moraju uspešno izvršavati svoju funkciju i sa svim svojim elementima izdržavati sva predviđena naprezanja, a pri tome biti jednostavni i ekonomični. Funkcija linija bunara sistema odvodnjavanja je da spreči dotok podzemnih voda u površinski kop i da u određenom vremenu ispumpa zadate količine vode. Sistemi odvodnjavanja linijama bunara predstavljaju složeni kompleks opreme linija bunara sa cevovodima, napajanja električnom energijom i održavanja koji su sačinjeni od elemenata kao što su pumpe, bunarske konstrukcije, pribori, trafo-stanice, cevi, kablovi, rezervni delovi, itd. [3, 4, 5]. Parametri pouzdanosti sistema dobijaju se na osnovu analize mogućih stanja sistema vezanih ne samo za vremena rada i otkaza opreme već i uslovljenih zastoja zbog karakteristika radne sredine u realnom prostoru, radne snage i drugih neplaniranih i planiranih zastoja. U toku eksploatacije sistema može doći do narušavanja normalnog rada podsistema i elemenata što dovodi do smanjivanja količine ispumpane vode, a kada se prekorači dopušteni nivo i do uslovnog otkaza funkcionisanja sistema. Otkaz nekog od elemenata (osim napajanja energijom) ne dovodi do punog otkaza sistema već do smanjenih efekata funkcionisanja kada se tek prekoračenje dopuštenih granica smatra i uslovnim otkazom sistema.

Generalni zadatak proračuna pouzdanosti linija bunara sistema odvodnjavanja u realnom vremenu je da se odrede pokazatelji koji karakterišu funkcionisanje. Proračun sadrži određivanje kriterijuma i tipova otkaza sistema i pokazatelja pouzdanosti kao i utvrđivanje strukturnih šema zasnovanih na analizi funkcionisanja sistema sa učešćem strukturnog rezerviranja, obnavljanja i kontrole. Dobijene verovatnoće rada ljudi, opreme i objekata i njihove tehničko-tehnološke karakteristike, kao i uticaja radne

sredine, omogućavaju utvrđivanje realnih eksploatacionih i ekonomskih efekata funkcionisanja bunara kao elemenata paralelnog podsistema kombinovanog sistema linije bunara kao i sistema odvodnjavanja u celini.

2. OSNOVNI PARAMETARI POUZDANOSTI ELEMENATA I SISTEMA ODVODNJAVANJA

Proračuni parametara pouzdanosti rada linija bunara sistema odvodnjavanja se, u principu, baziraju na utvrđenim srednjim vremenima rada i obnavljanja za sve tipove mašina ili objekata u datom sistemu sa uticajem radne sredine i ljudskog faktora. Tako su najčešće korišćeni pokazatelji pouzdanosti su srednje vreme rada do otkaza sistema, verovatnoća rada u zadatom vremenu, intenziteti otkaza i obnavljanja kao i stacionarne verovatnoće rada i obnavljanja [1, 2, 6].

Funkcionisanje linija bunara sistema odvodnjavanja i njegovih elemenata je definisano kao slučajni proces sa eksponencijalno raspodeljenim vremenima realizacija stanja rada sistema u funkciji dotoka podzemnih voda u površinski kop. Analizom informacija o stanjima sistema odvodnjavanja utvrđuju se strategije pri kojima se u slučaju punog ili delimičnog otkaza vrši obnavljanje i planirano opsluživanje.

Rad sistema do otkaza elementa i sistema odvodnjavanja, kao neprekidna slučajna veličina, može se opisati različitim zakonima raspodele u zavisnosti od osobina sistema i njegovih elemenata, uslova rada, karaktera otkaza, itd. Najjednostavnija i najviše korišćena je eksponencijalna raspodela sa sledećom funkcijom raspodele vremena rada:

$$F(t) = P(t_r<t) = 1-\exp(-\lambda*t),$$

gde je: t_r - srednje vreme rada,
t - zadato vreme rada,
a - parametar raspodele.

Gustina raspodele je:

$$f(t) = dF(t)/dt = \lambda*\exp(-\lambda*t).$$

Funkcija pouzdanosti je:

$$P(t) = 1-F(t) = \exp(-\lambda*t).$$

Srednje vreme rada do otkaza iznosi:

$$t_r = \int P(t)\, dt = \int \exp(-\lambda*t)dt = 1/\lambda.$$

Intenzitet otkaza je:

$$\lambda(t) = f(t)/P(t) = \lambda*\exp(-\lambda t)/\exp(-\lambda*t) = \lambda.$$

Sa druge strane, i verovatnoća obnavljanja do momenta t pri eksponencijalnom zakonu raspodele vremena obnavljanja sa parametrom β u vremenu od 0 do t iznosi:

$$P(t) = 1- \exp(-\beta*t)$$

$$F(t) = \exp(-\beta*t)$$

Srednje vreme obnavljanja je:

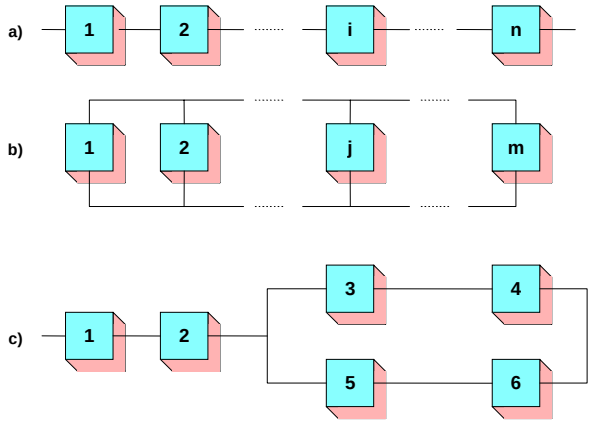
$$t_o = \int F(t)dt = \int \exp(-\beta*t)dt = 1/\beta$$

3. STRUKTURNE ŠEME ELEMENATA SISTEMA ODVODNJAVANJA

Strukturne šeme koje predstavljaju grafički prikaz elemenata u sistemu jednoznačno mogu definisati rad ili otkaz sistema. Elementi sistema mogu biti povezani redno, paralelno ili kombinovano (Slika 1). Ako otkaz elementa istovremeno predstavlja i otkaz sistema veza je redna ali ako sistem otkazuje tek posle otkaza dela ili svih elemenata postoji paralelna veza. Linije bunara sistema odvodnjavanja mogu se predstaviti kombinovanom redno-paralelnom ili paralelno-rednom vezom.

Ukoliko se sistem sastoji od (n) redno povezanih elemenata (Slika 1-a), verovatnoća rada sistema $P_s(t)$, za verovatnoće rada svakog elementa $P_i(t)$, iznosi:

$$P_s(t) = P_1(t)*P_2(t)*,...,*P_n(t) = \prod_{i=1}^{n} P_i(t).$$



Slika 1. Povezivanje elemenata sistema površinske eksploatacije (a - redno, b - paralelno, c - kombinovano)

Ako se sistem sastoji od (m) paralelno povezanih elemenata (Slika 1-b), gde je verovatnoća otkaza svakog $Q_j(t) = 1-P_j(t)$, verovatnoća otkaza sistema iznosi:

$$Q_s(t) = Q_1(t)*Q_2(t)*,...,*Q_m(t) = \prod_{j=1}^{m} Q_j(t).$$

Ako je struktura sistema kombinovana, verovatnoća rada se proračunava uz učešće obe prethodno navedene formule i za šemu datu na Slici 6.4-c, iznosi:

$$P_s(t) = P_1(t)*P_2(t)*P_{3456}(t) = P_1(t)*P_2(t)*(1-(1-P_3(t)*P_4(t))(1-P_5(t)*P_6(t))).$$

Kako za eksponencijalnu raspodelu vremena rada rednog sistema važi:

$$P_s(t) = \prod_{i=1}^{n} \exp(-t*\lambda_i),$$

to je verovatnoća rada sistema:

$$P_s(t) = \exp(-\lambda_1*t)\exp(-\lambda_2*t),..., \exp(-\lambda_n*t) = \exp(-t*\sum_{i=1}^{n} \lambda_i).$$

Srednje vreme rada sistema je:

$$T_r = 1/\sum_{i=1}^{n} \lambda_i.$$

Verovatnoća otkaza sistema sa m paralelno povezanih elemenata iznosi:

$$Q_s(t) = (1-\exp(-\lambda_1*t))*(1-\exp(-\lambda_2*t))*,...,*(1-\exp(-\lambda_m*t)) = \prod_{i=1}^{n} (1-\exp(-\lambda_j*t)).$$

Kod paralelno povezanih elemenata sistema kao što su bunari linije bunara, svi elementi počinju sa radom u momentu početka rada sistema i funkcionišu do otkaza.

4. UTICAJ RADNE SREDINE NA POUZDANOST BUNARA

Intenzitet promena fizičko-mehaničkih i hidrogeoloških karakteristika je promenljiv u različitim delovima ležišta posmatrano prostorno i po dubini i direktno utiče na konstrukciju i kapacitet bunara. Jedini pouzdani podaci dobijaju se istražnim radovima i predstavljaju osnovu za interpretaciju ovih podataka na širi prostor okonturenog dela površinskog kopa.

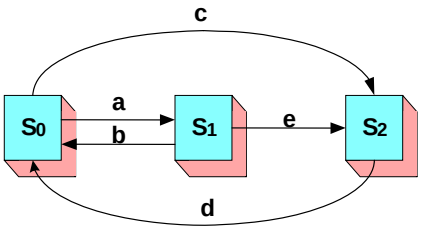
Karakteristike radne sredine, koje je moguće oceniti na osnovu istražnih radova, izražavaju se kao inženjersko-geološke, hidrogeološke i fizičko-mehaničke karakteristike i interpretiraju se u realnom prostoru okonturenog dela površinskog kopa prema zonama pojavljivanja. Na taj način obuhvaćene su kod analize i planiranja radova na odvodnjavanju u datim uslovima. Posmatrano sa tog aspekta u radnoj sredini koja je obuhvaćena

radovima, nije moguće vršiti kvalitativne intervencije kako bi se ona prilagodila uslovima odvodnjavanja ili konkretnoj opremi.

Problem se javlja kod karakteristika radne sredine koje nije moguće prikazati kao rezultate ispitivanja i merenja, a egzistiraju u okruženju sistema odvodnjavanja. Ovakve pojave, kao granični slučajevi izuzetnih promena, mogu dovesti do pojava uslovnih otkaza bunara kao podsistema odvodnjavanja. Navedene karakteristike nije moguće eksplicitno izraziti numeričkim vrednostima, međutim pošto je uticaj ovih pojava očigledan one se mogu izraziti kao stanje okruženja sistema. Počevši od normalnog stanja, sledi otežano stanje funkcionisanja u kome sistem i dalje radi do stanja koje izaziva prekid rada sistema.

Prelaz od normalnog stanja okruženja (S_0) do stanja koje izaziva uslovno stanje rada bunara (S_1), može se tretirati kao pogoršavanje stanja okruženja, odnosno fizičko-mehaničkih i hidrogeoloških karakteristika i ocenjuje se intenzitetom pogoršavanja (a), koje se direktno reflektuje na stanje sistema. Prelaz na normali rad bunara intervencijama na terenu vrši se sa intenzitetom (b). Ovako tretiran rad bunara u odnosu na radnu sredinu može imati tri stanja (Slika 2):

- normalno funkcionisanje sistema (S_0),
- otežano funkcionisanje sistema (S_1) i
- stanje otkaza sistema (S_2).



Slika 2. Graf stanja sistema sa uticajem radne sredine

Prema grafu na Slici 2, iz stanja S_0 sa intenzitetom (a) sistem može da pređe u stanje otežanog funkcionisanja S_1. Iz stanja S_o sa intenzitetom (c) sistem može da pređe i u stanje otkaza S_2, nakon koga je moguća samo izrada novog bunara, odnosno prelaz u stanje S_0 sa intenzitetom (d). Iz stanja S_1 sistem može preći u stanje S_0 sa intenzitetom (b) ili u stanje S_2 sa intenzitetom (e). Iz stanja S_2 sistem može preći u stanje S_0 sa intenzitetom (d) koji predstavlja inverznu vrednost vremena puštanja novog bunara u rad.

Verovatnoće realizacije navedenih stanja sistema P_0, P_1 i P_2 dobijaju se iz sledećeg sistema jednačina:

$$(a+c)P_0 = b*P_1+d*P_2;$$
$$(b+e)P_1 = a*P_0;$$
$$d*P_2 = e*P_1+c*P_0;$$
$$P_0+P_1+P_2=1.$$

Dalje se dobijaju sledeće stacionarne verovatnoće stanja:

$$P_0 = 1/(1+(a/b)+e)+(a*e+b*c+(c*e/b)+e));$$
$$P_1 = ((a/b)+e)P_0;$$
$$P_2 = (a*e+b*c+(c*e/b)+e)P_0.$$

Proizvod odgovarajuće verovatnoće rada bunara prema uticaju stanja radne sredine sa verovatnoćom rada opreme, daje efekte funkcionisanja u realnom prostoru i vremenu sa obuhvaćenim uticajem karakteristika radne sredine na pouzdanost sistema.

5. UPRAVLJANJE I POUZDANOST SISTEMA ODVODNJAVANJA

U složenim sistemima odvodnjavanja površinskih kopova 10 do 15% otkaza su direktno ili indirektno povezani sa greškama operatera i menadžmenta u okviru ljudskih resursa, odnosno, organizacione strukture. Pouzdanost rada ljudi u okviru organizacionih jedinica predstavlja verovatnoću uspešnog izvršenja zadatka na zadatoj etapi funkcionisanja sistema u toku zadatog intervala vremena pri određenim utvrđenim zahtevima za trajanje realizacije zadatka. Ljudska greška ili greška menadžmenta definiše se neispunjenjem postavljenog zadatka koje pojavljuje zbog narušavanja normalnog toka planiranih operacija.

U realnim uslovima, složeni sistem odvodnjavanja, bez obzira na stepen automatizacije, zahteva u manjoj ili većoj meri učešće ljudi. Dokazano je da se tamo gde rade ljudi javlja i greška bez obzira na nivo kvalifikacija ili pripreme. Zbog toga prognoziranje pouzdanosti sistema bez učešća pouzdanosti rada radne snage ne daje stvarnu sliku.

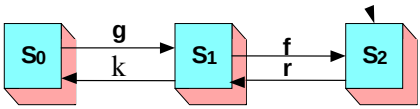
Zavisnost učestanosti pojave ljudske greške u odnosu na dejstvujući nivo naprezanja u toku rada nije linearna. Pri niskom nivou naprezanja većina operatora radi neefektivno, pošto je zadatak lak i dosadan i ne izaziva interesovanje, pa je i kvalitet rada daleko od optimalnog.

Pri umerenom naprezanju je kvalitet rada operatora optimalan, pa umereno naprezanje treba smatrati kao osnovni uslov obezbeđenja pažljivog i pouzdanog rada operatora. Pri daljem povećanju naprezanja kvalitet rada se pogoršava do najnižeg nivoa što se može objasniti oblicima fizioloških stresova, kao što su strah, uznemirenost, nesigurnost, itd.

Ljudske greške mogu nastati kada operator ili bilo koje drugo lice teži ka dostizanju pogrešnog cilja, kada postavljeni cilj ne može biti dostignut zbog

nepravilnog rada operatora i kada je operator neaktivan u momentu kada je neophodno njegovo dejstvovanje.

Ljudske greške se mogu posmatrati kroz tri stanja (Slika 3). Prvo stanje (S_1) obuhvata normalni rad sa svim potencijalima pojave ljudske greške. U drugom stanju (S_2) se javlja ljudska greška zbog faktora vezanih za individualne ljudske osobenosti i situacione faktore ali uslovno ne dolazi do otkaza sistema realizacijom odgovarajućih korekcija, dok se u trećem stanju (S_3), pojavljuju neželjeni događaji i otkaz sistema ili podsistema zbog ljudske greške.



Slika 3. Graf stanja sistema u zavisnosti od ljudskih grešaka

Ovo je stacionarni Poasonov proces gde do ljudske greške dolazi sa intenzitetom g kada se prelazi iz prvog (S_1) u drugo stanje (S_2). Vreme korekcije je eksponencijalno sa parametrom k.

Do neželjenih posledica dolazi prelazom iz drugog u treće stanje (S_3) sa intenzitetom f. Obnavljanje je eksponencijalno sa parametrom r.

Algebarske jednačine za granične verovatnoće stanja sistema su:

$$g*P_1 = k*P_2+r*P_3;$$

$$(k+f)P_2 = g*P_1;$$

$$f*P_2 = r*P_3;$$

$$P_1+P_2+P_3 = 1.$$

Odatle se rešavanjem po P_0 dobija:

$$P_2 = g*P_0/(f+k);$$

$$P_3 = f*P_1/r = g*f*P_0/r(f+k)$$

i zamenom stacionarna verovatnoća rada bez greške i njenih posledica:

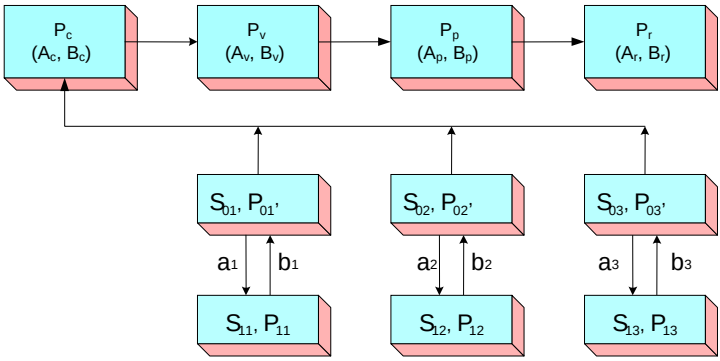
$$P_1 = 1/(1+g/(k+f)+g*f/r(f+k)).$$

6. POUZDANOST KOMBINOVANIH LINIJA SISTEMA ODVODNJAVANJA

Kombinovani paralelno-redni sistemi odvodnjavanja mogu biti u praksi površinske eksploatacije, razdvojeni kod paralelnih elemenata podsistema i objedinjeni tokovi vode redno povezanih elemenata podsistema čiji broj nije ograničen [5, 6].

Sistem odvodnjavanja linijom drenažnih bunara sa objedinjavanjem toka vode se mogu predstaviti paralelnim podsistemom bunara koji preko pumpi transportuju paralelno vodu do rednog podsistema koji se sastoji od

zajedničkog prvog zbirnog cevovoda, presipnog mesta, drugog zajedničkog gravitacionog ili cevovoda pod pritiskom i objekta pretakanja sa verovatnoćama rada P_c, P_v, P_p i P_r (Slika 4).Usvojen je uslov da otkaz bilo koje grupe od po tri bunara dovodi do uslovnog otkaza kombinovanog sistema. Pokazatelji pouzdanosti paralelnog podsistema su a_1, a_2, a_3 i b_1, b_2, b_3.



Slika 4. Graf stanja kombinovanog sistema odvodnjavanja

Sistem radi ukoliko su sva tri bunara grupe paralelnog i redni podsistemi ispravni ali i kada je jedan od tri bunara otkazao. U slučaju otkaza rednog podsistema otkazuje sistem ali u tom momentu, pošto uslovno ne rade, ne mogu otkazati grupe paralelnog podsistema.

Paralelni podsistem na Slici 4 je formiran od tri elemenata koje čine pumpna postrojenja bunara u kojima se tehnološki proces obavlja nezavisno (broj grupa od po tri elementa u praksi je vezan za projektovano ili izvedeno stanje). Pri otkazu jednog elementa, podsistem uslovno radi sa nepotpunim kapacitetom. Otkaz podsistema u celini nastaje pri neispravnosti ili pri otkazu dva elementa.

Funkcionisanje ovako postavljenog paralelnog podsistema odvodnjavanja, za svaki bunarski sistem, može se predstaviti stacionarnim procesom sa dva stanja. Elementarni tok otkaza svakog bunarskog postrojenja ima intenzitet (a). Vreme obnavljanja ima eksponencijalnu raspodelu sa parametrom (b). Stanja svakog paralelnog postrojenja su (S_0) ako je u funkciji i (S_1) ako je u otkazu, odnosno, ako se obnavlja. Graf stanja paralelnih bunarskih postrojenja prikazan je na Slici 4.

Stacionarne verovatnoće se mogu dobiti jednostavno rešavanjem algebarskih linearnih jednačina za granične verovatnoće stanja podsistema:

$$aP_0 = bP_1,\ P_0+P_1 = 1.$$

Tako je:

$$P_{01} = 1/(1+a/b),\ P_1=(a/b)(1/(1+a/b)).$$

Verovatnoća rada paralelnog podsistema sa dva bunara ili dve linije, koji otkazuje u slučaju otkaza jednog od bunara ili linije iznosi:

$$P_{02} = P_{01}*P_{02} = (1/(1+ a_1/b_1))(1/(1+a_2/b_2)).$$

Verovatnoća rada postavljenog paralelnog podsistema sa tri bunara u celini iznosi:

$$P_{03} = P_{01}*P_{02}*P_{03} = (1/(1+ a_1/b_1))(1/(1+a_2/b_2))(1/(1+a_3/b_3)).$$

Verovatnoća rada podsistema kada je neispravan prvi bunar iznosi:

$$P_1 = (a_1/b_1)(1/(1+a_1/b_1))(1/(1+a_2/b_2))(1/(1+a_3/b_3)).$$

Verovatnoća rada sistema kada je neispravan drugi bunar je:

$$P_2 = (a_2/b_2)(1/(1+ a_1/b_1))(1/(1+a_2/b_2))(1/(1+a_3/b_3)).$$

Verovatnoća rada sistema kada je neispravan treći bunar je:

$$P_3 = (a_3/b_3)(1/(1+a_1/b_1))(1/(1+a_2/b_2))(1/(1+a_3/b_3)).$$

Verovatnoća uslovnog otkaza rednog sistema kada su neispravna po dva bunarska postrojenja data je izrazima:

$$P_{12} = (a_1a_2/b_1b_2)*(1/(1+a_1/b_1))*(1/(1+a_2/b_2))*(1/(1+a_3/b_3)).$$

$$P_{13} = (a_1a_3/b_1b_3)*(1/(1+a_1/b_1))*(1/(1+a_2/b_2))*(1/(1+a_3/b_3)).$$

$$P_{23} = (a_2a_3/b_2b_3)*(1/(1+a_1/b_1))*(1/(1+a_2/b_2))*(1/(1+a_3/b_3)).$$

Stacionarna verovatnoća rada jednog bunarskog postrojenja, kao redno povezani niz elemenata iznosi:

$$P_{sb1} = P_1*P_2*P_3*P_4*P_5,$$

gde je: P_1 - pouzdanost rada pumpe,

P_2 - pouzdanost rada ostalih elemenata konstrukcije bunara,

P_3 - pouzdanost funkcionisanja bunarskog cevovoda,

P_4 - pouzdanost uticaja radne sredine,

P_5 - pouzdanosti u funkciji organizacionih faktora.

Stacionarna verovatnoća rada sistema sa tri bunara ili linija istih karakteristika pouzdanosti iznosi:

$$P_{sb3} = 1-(1-P_{sb1})^3.$$

Verovatnoća rada kombinovanog sistema linije bunara iznosi (Slika 4):

$$P_{sl} = (P_{03}+P_1+P_2+P_3)P_c*P_v*P_p*P_r.$$

7. ZAKLJUČAK

Prema teoriji pouzdanosti izvesno je da je nemoguće proizvesti bezotkaznu složenu opremu i izvesti potpuno pouzdane objekte linija bunara sistema odvodnjavanja na površinskim kopovima. Za vreme otkaza elemenata rednog sistema nanose se određeni ekonomski gubici izraženi kroz troškove

materijala i radne snage na otklanjanju otkaza, kroz gubitke u proizvodnji (smanjenje obima ispumpavanja vode) i gubitke nastale uslovnim zastojima, izraženim kroz smanjenje kapaciteta tehnološki povezane opreme, zbog otkaza sistema odvodnjavanja. U tim uslovima je značajno odrediti takav nivo pouzdanosti sistema odvodnjavanja, pri kome troškovi na povećanju njegove pouzdanosti i za pokrivanje gubitaka, a koji se javljaju u eksploataciji zbog smanjene pouzdanosti, budu minimalni. Odatle proizilazi potreba za ekonomskom optimizacijom nivoa pouzdanosti izbora sistema odvodnjavanja na površinskim kopovima.

Što je veća pouzdanost rada elemenata linija bunara sistema odvodnjavanja, uz povećanje troškova, to su ređi otkazi sistema, a samim tim i niži troškovi za pokrivanje gubitaka zbog otkaza. Utvrđivanje pouzdanosti kombinovanog sistema linije bunara ali i više linija, vrši se proračunima stacionarnih verovatnoća rada elemenata i podsistema sledećim redosledom:

- Verovatnoće rada pojedinačnih bunara paralelnog podsistema svake linije bunara;
- Verovatnoća rada paralelnog podsistema svake linije bunara;
- Verovatnoća rada kombinovanog sistema svake linije bunara;
- Verovatnoće rada kombinovanog sistema odvodnjavanja u celini sa više linija bunara.

Optimalni nivo pouzdanosti sistema odvodnjavanja odgovara minimalnim ukupnim troškovima za povećanje pouzdanosti i pokrivanje gubitaka koji se javljaju sa otkazima.

LITERATURA

1. Barlow R. E.: Engineering Reliability, ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability, Philadelphia, 1998.
2. Pavlović V.: Continuous Mining Reliability, Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.
3. Pavlović V., Polomčić D., Šubaranović T.: Influence of Dewatering System to the Energy Efficiency of Openpit Mine Drmno, Book of Abstracts Conference Power Plants 2008, Vrnjačka Banja, 2008.
4. Pavlović V., Šubaranović T.: Pouzdanost, optimizacija i upravljanje sistemima odvodnjavanja površinskih kopova, Monografija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2012.
5. Pavlović V., Šubaranović T., Polomčić D.: Sistemi odvodnjavanja površinskih kopova, Udžbenik, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2012.
6. Wolstenholme L. C.: Realibility Modelling, Chapman and Hall, London, 1999.

ZNAČAJ ANALIZE STABILNOSTI KOSINA ZA PROCES EKSPLOATACIJE UGLJA U RB KOLUBARA

SIGNIFICANCE OF SLOPE STABILITY ANALYSIS FOR EXPLOITATION PROCESS IN MB KOLUBARA

Petrović B.[1], Radisavljević Z.[2] Milošević D.[3]

Apstrakt

Analiza stabilnosti kosina površinskog kopa spada među važnije inženjerske proračune koji služe kao osnova projektovanju površinskog kopa, a kasnije direktno utiču na sigurnost procesa eksploatacije. Osnovni cilj kod kosina površinskog kopa je postići maksimilan nagib za zadatu maksimalnu visinu kosine pri minimalnom faktoru sigurnosti i optimalnim uslovima stabilnosti. U ovom radu predstavljeno je nekoliko primera koji su tokom eksploatacije uglja u RB Kolubara potvrdili gore izneto, ali na žalost, sa negativnim posledicama koje uz primenjeni način rada nikako nisu mogle biti izbegnute.

Ključne reči: etaža, visina etaže, nagib etaže, faktor sigurnosti

Abstract

Analysis of the slope stability of the open pit mine is one the most important engineering calculations that serve as the basis for the design of the open pit and later, directly affect the security of the exploitation process. The main goal concerning the slopes of the open pit mine is to achieve the maximum pitch for a given maximum height of the curve at the minimum safety factor and optimum stability conditions. This paper presents several examples which have confirmed the above points during the coal exploitation in MB Kolubara but, unfortunately, the consequences that occurred on that occasion were immense.

Key words: slopes, height of slope, angle of slope, the safety factor

[1]Mr Branko Petrović, dipl.inž.rud., PD RB Kolubara, Lazarevac
[2]Zoran Radisavljević, dipl.inž.geol., Geoing Group, Beograd
[3]Dragan Milošević, dipl.inž.rud., Terragold&CO d.o.o. Beograd

1. UVOD

Poznato je da je RB Kolubara najveći proizvođač uglja u Srbiji i da predstavlja osnovu srpske elektroprivrede. Dugogodišnja godišnja proizvodnja od oko 30.000.000 t impozantno izgleda i na evropskom nivou. Međutim, u zadnjih desetak godina prisutna su i neka neprimerna dešavanja koja su za posledicu imala rušenje kosina površinskih kopova, ponekad čitavih odlagališta ili uglavnom velikih oštećenja opreme.

2. SITUACIONA ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA UGLJA U RUDARSKOM BASENU KOLUBARA

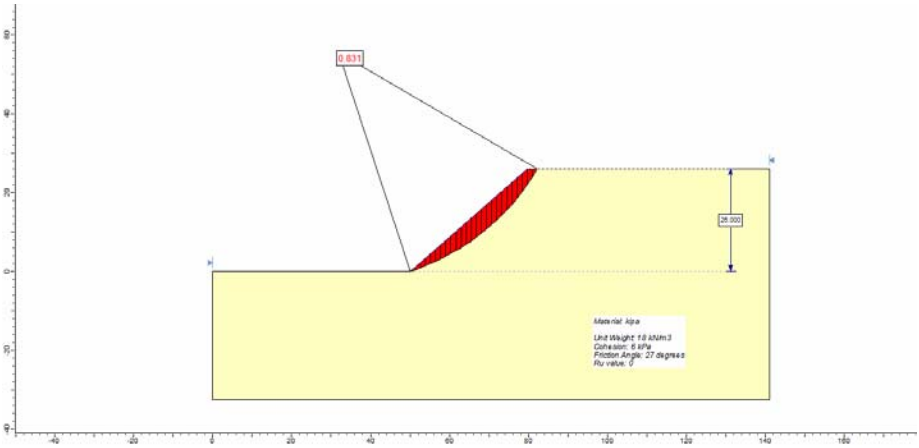
Pravilno definisati geometriju kosine, kako parcijalne tako i generalne, čini nešto neizostavno već u fazi projektovanja a da ne pričamo tokom eksploatacije. Međutim, često smo bili svedoci suprotnog. Ne tako davne 2006. godine, 80.000.000 m³ odložene mase unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Polje B pokrenulo se i zatrpalo etaže na otkrivci i uglju i tako onemogućilo normalan proces proizvodnje (Slika 1). Sve je to bila posledica nestručnog rada koji se uglavnom zasnivao na improvizaciji. Odlaganje masa na odlagalištu preko dozvoljene visine za posledicu je imalo pojavu tenzionih pukotina na koje niko nije obratio pažnju, a koje su kasnije usled svog širenja bile glavni uzrok rušenja odlagališta.

Slika 1. Srušeno unutrašnje odlagalište površinskog kopa Polje B

Nedovoljno poznavanje fizičko-mehaničkih parametara pokrenute mase kao i izostanak stručne analize stabilnosti kosina tokom sanacije srušenog odlagališta, za posledicu je 2009. godine imalo ponovno rušenje odlagališta koje do danas nije sanirano i van upotrebe je (Slika 2). Šteta se procenjuje na desetine miliona €.

Slika 2. Ponovno rušenje odlagališta Polja B

Tokom 2009. godine radovi na otkopavanju masa starog unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Polje D (*Istočna kipa*) doveli su do oštećenja rotornog bagera G-9 (neposredno pre toga za njegovu sanaciju utrošeno oko 15.000.000 €). Bez ikakvih prethodnih provera, a u uslovima nedovoljne istraženosti materijala koji se otkopavao, bager je bio izložen mnogostrukim udarima tih odloženih masa. Etaža visine od oko H = 27 m i ugla nagiba $\alpha_r = 41^0$ (faktor sigurnosti *Fs = 0,83*), svakako nije bila garancija sigurnog rada (Slika 3). Šteta prouzrokovana ovakvim radom, reda je veličine od nekoliko miliona €.

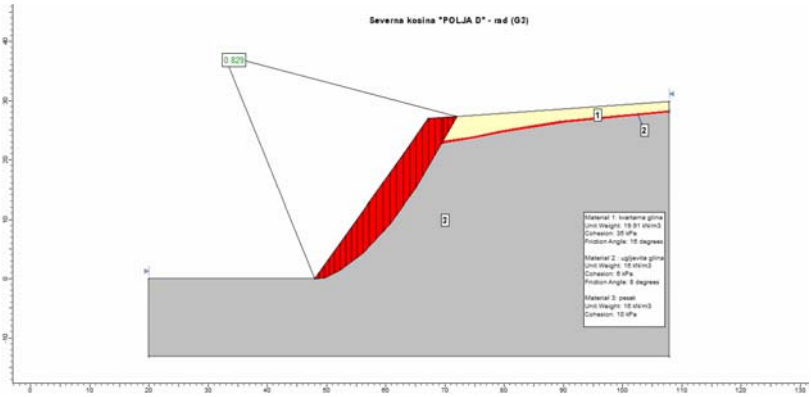


Slika 3. Faktor sigurnosti (Fs = 0.83) etaže pri otkopavanju masa Istočne kipe

Slična situacija se desila u zoni severne kosine površinskog kopa Polje D i 2011. godine. Bez ikakve prethodne analize stabilnosti kosina, započeto je otkopavanje etaže visine oko H = 28 m koju su uglavnom činili peskovi (oko 22 m) i kvartarne gline (oko 6 m). Usled klizanja gornjih delova etaže (gline) došlo je do oštećenja rotornog bagera (G-3), pri čemu je napravljena šteta oko 1.500.000 €, a bager je bio van upotrebe oko godinu dana (Slika 4).

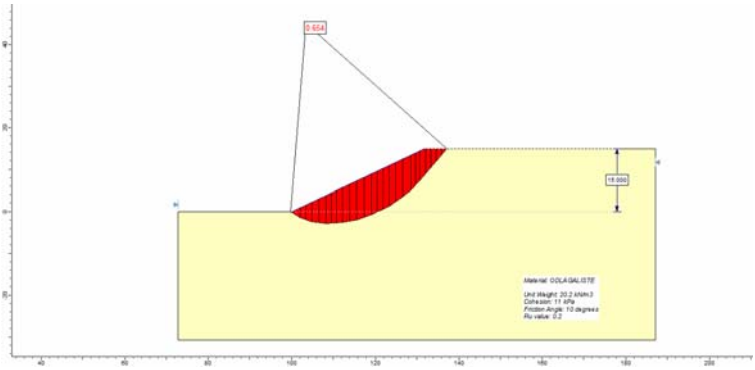
Slika 4. Oštećeni bager (G-3) usled zarušavanja etaže na severnoj kosini kopa Polje D

Naknadnom analizom stabilnosti pomenute kosine utvrđena je vrednost faktora sigurnosti *Fs = 0,83* pri koeficijentu pornog pritiska *ru = 0*, odnosno, *Fs = 0,62* pri *ru = 0,2* (Slika 5).



Slika 5. Proračun faktora sigurnosti etaže u zoni rada bagera (G-3)

Spoljašnje odlagalište površinskog kopa Polje B je sredinom 2013. godine, u zoni sela Junkovac, usled velikog ruča koji je izazvao pokretanje više od 20.000.000 m³ odložene mase, ugrozilo nekoliko domaćinstava koja su se nalazila u toj zoni. Analizirajući uzroke koji su doveli do pokretanja masa došlo se do zaključka da je određivanje geometrije, kako parcijalne tako i generalne kosine, urađeno na veoma niskom nivou, što je upravo rezultiralo dešavanjima na terenu. Parcijalne kosine za koje ne postoji nikakva zvanična analiza uglavnom su imale nezadovoljavajuće faktore sigurnosti (*Fs = 0,6* - analize su naknadno urađene) (Slika 6). Šteta izazvana ovim rušenjem odlagališta procenjena je na oko 10.000.000 €.



Slika 6. Proračun parcijalne kosine spoljašnjeg odlagališta Polja B

3. ZAKLJUČAK

Proračun stabilnosti kosina ima veliki značaj u svim fazama eksploatacije neke mineralne sirovine. Ukoliko je stepen istraženosti fizičko-mehaničkih svojstava mineralne sirovine veći, utoliko je i pouzdanost dobijenih rezultata veća, a samim tim i ceo tok daljih radova.

Međutim, često se dešava da se ova vrsta analize neopravdano izostavlja ili se radi sa veoma niskim stepenom kvaliteta, tek forme radi. To uglavnom za posledicu ima velika novčana izdvajanja u kasniju sanaciju kako samih površinskih kopova tako i oštećenih mašina koje su tom prilikom korišćene.

U ovom radu je predstavljeno nekoliko slučajeva u kojima je gornja konstatacija potvrđena. Namera nije da se kritikuje rukovodstvo RB Kolubare, koje je doprinelo svemu tome, već da se budući radovi obavljaju po načelima struke i nauke, dovodeći improvizaciju na najmanju moguću meru. Time će se velika novčana sredstva usmeriti na nešto što će unaprediti celokupni proces eksploatacije, a ujedno će se povećati sigurnost svih činioca procesa eksploatacije uglja u RB Kolubara.

LITERATURA

1. Dokumentacioni material PD RB Kolubara

APPROACHES FOR THE USE OF SENSOR TECHNOLOGY FOR A QUALITY-CONTROLLED SELECTIVE MINING IN GERMAN OPENCAST LIGNITE MINES

Pfutze M.[1], Drebenstedt C.[2]

1. INTRODUCTION

Only a small part of the German lignite is used for material applications. Therefore the Technical University Bergakademie Freiberg is working with partners from the industry at a project called "ibi" (innovative brown-coal integration). The aim of the project is the interdisciplinary research on the material use of lignite. The main development goals are an operating diagram for selective mining of quality lignite as well as the development of sensor technology for material and boundary layer detection. The article gives an introduction how different sensors can be used to achieve these goals. Therefore the main working principles of these sensors will be explained as well as the idea how to attach one measuring device directly at the boom of a bucket-wheel excavator to measure and recognize the underneath lying surfaces or guiding layers. The consideration how the technology could work as an aid and the dividing layer recognition should occur is also further examined.

2. ACTUAL STATE OF THAT IN SELECTIVE MINING

The mining technology in the current situation is designed for a high output, in which the selectivity plays a minor role. But only selective mining guarantees a material application with a maximum product yield. Selective mining yet again is dependent on a precise material and boundary detection, which sets high level of sensory detection ahead. Furthermore in case of the actual production technology used in German opencast mines, like bucket-

[1] Dipl.-Ing. Martin Pfütze, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Germany
[2] Prof. Dr. Carsten Drebenstedt, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Germany

wheel excavators, bucket-chain excavators, Continuous Surface Miners and Mobile Technology, it is to mention that the machines with a high selective digging height own only a low dividing sharpness. Nevertheless primarily for reasons of the economic efficiency and the demanded performances, the consideration of selective mining by bucket-wheel excavator was made as a result of suitable consultations. Therefore the bucket-wheel excavator should be used as basic production technology in this project [1, 2].

A selective mining of horizontally stored layers can be carried out with the bucket-wheel excavator in the side block cutting effectively. Thereby the excavator will proceed beside the opencast mining-sided embankment of the passageway and can remove so bigger bench parts in slices. Condition for this is that the thickness of the single layers to be separated of each other is largely enough to get still a sufficient production amount with the bucket-wheel. The separation of the layers can be carried out in the terrace cut in best when the bucket-wheel proceed after a slewing process (cut) several times in cutting direction and the height position of the bucket-wheel is only reasonable changed.

With the terrace cut the dividing surface can be laid between the single terraces in such a way that they correspond to the dividing surface between the single layers. However, the uppermost dividing surface may not lie higher than the lower edge of the bucket-wheel in his highest position. This is the selective digging height of the excavator (h_a, figure 1). For the operation of the excavator it is important that the maximum height position of the bucket-wheel can be reached in every position of the excavator, so also under a certain excavator slope [3, 4].

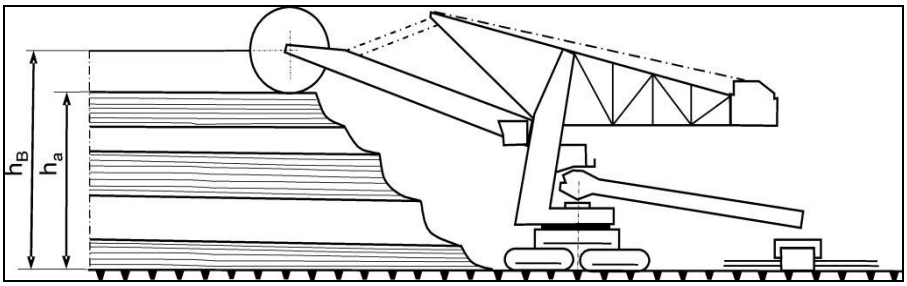


Figure 1. Selective mining with bucket-wheel excavator (h_B-cutting height, h_a-selective digging height) [3].

3.OPTIMIZATION APPROACHES

To optimize selective mining a high level of sensory detection is very important; whereby the fact here is that it needs to be sensors suitable for mining technology. The number of the possible sensor systems was limited after detailed search, considering the requirements for the sensors and on account of the past research results by the numerous procedures with which a dividing surfaces recognition is possible. While looking for potential solution attempts in the area of sensor technology it is a matter of considering that with a choice of a suitable measuring method no direct contact of the sensor with the coal face is aimed to bend forward oversized wear and damages of the sensor technology. Because in addition measuring procedures working with contact are often very sensitive and complicated, therefore as a result the decision was made to investigate measuring procedures working without contact. These offer the advantage that the sensors must be hardly protected against wear by abrasion. An overview of the possible measuring procedures is shown in Figure 2. Thereby the technologies of georadar, X-ray fluorescence (XRF) as well as infrared detection or optical sensors have been identified as especially promising [5].

In the case of the wall face mapping it is basically important to compare the data with the geologic model and to have suitable clues for the part of the layer recognition. In this area the technologies of optical detection, infrared sensors and XRF have given first helpful and promising results. For optical sensors or picture processing programs as well as infrared cameras the consideration consisted in using different software systems to analyze pictures and in extracting certain signs. First experiments have proved that layer courses are indeed recognizable; however, it needs certain conditions. In the case of X-ray fluorescence (XRF) it concerns an optical procedure that with the help of typical fluorescence signals recognizes qualitative differences between significant material types. In different field tests carried out 60 point measurements were taken at a coal seam in an open pit mine in Central Germany. In the first analysis by which it was concentrated on the elements iron, titanium, calcium, sulphur and silicon it has become clear that the layer sequence of the coal seam can be exactly defined and understood on account of measured values (Figure 3).

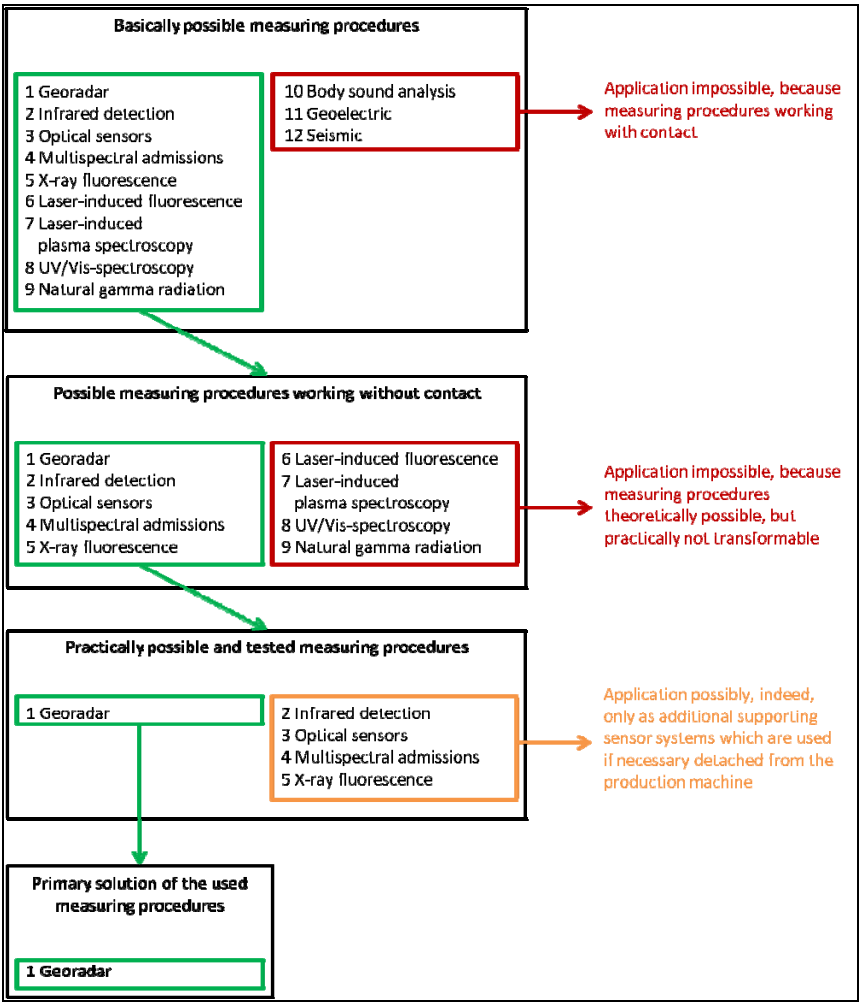


Figure 2. Selection procedures for suitable sensor systems

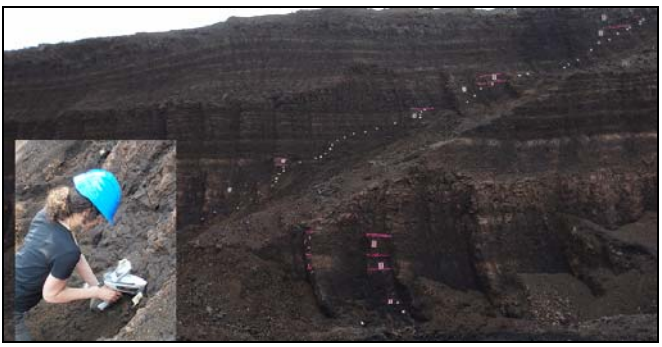


Figure 3. Point measurements with XRF which were taken at a coal seam

In the case of the application of georadar the measuring instrument sends out electromagnetic waves which are reflected of heterogeneities in the ground and in the loose rock (areas in which the electric conductivity and the relative permittivity change by leaps and bounds). Transitions are mostly geologic border layers, changes of the mineralogical composition or the moist salary. The reflected waves will be conceived with an aerial and the term, the phase and the amplitude will be taped (Figure 4), whereby the water content of the ground or loose rock influences the measuring result substantially.

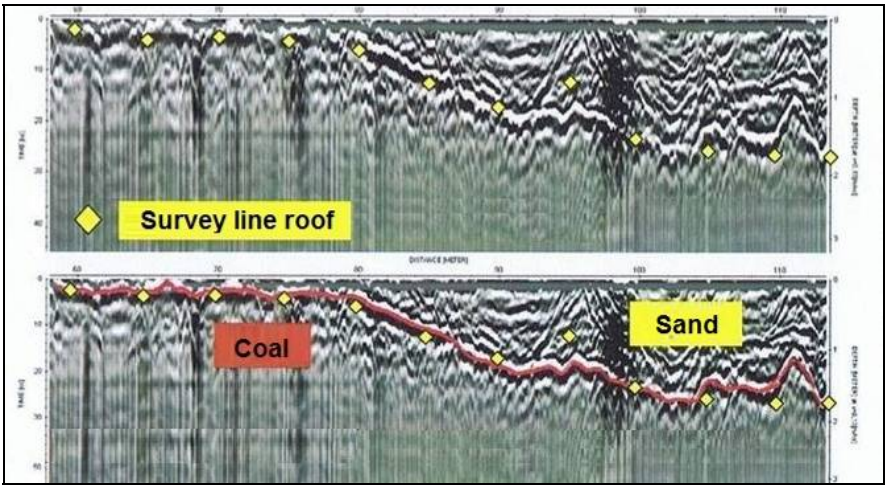


Figure 4. Example for the operation of georadar (The red line will be produced through the evaluation-software and simulates the boundary layer progress) [6].

Specific experiments which were carried out on freely accessible seam surfaces as well as directly at a bucket-wheel excavator proceeded very promisingly. Thus it was possible to recognize clay layers as well as other distinguishable layers. Furthermore the idea exists to attach the measuring device for the georadar directly at the boom of the excavator parallel to the bucket-wheel to measure and recognize the underneath lying surfaces or layers (Figure 5).

Thus in particular the consideration how the sensor technology with georadar could work as an aid and the dividing layer recognition should occur is further examined. Besides it is a matter of analyzing also which dividing sharpness and exactness is accessible according to today´s state and which dividing sharpness is necessary now for a selective production and should be transformed by the sensor technology with georadar. This is also valid for the technical transformation on the machine (Figure 6) [7].

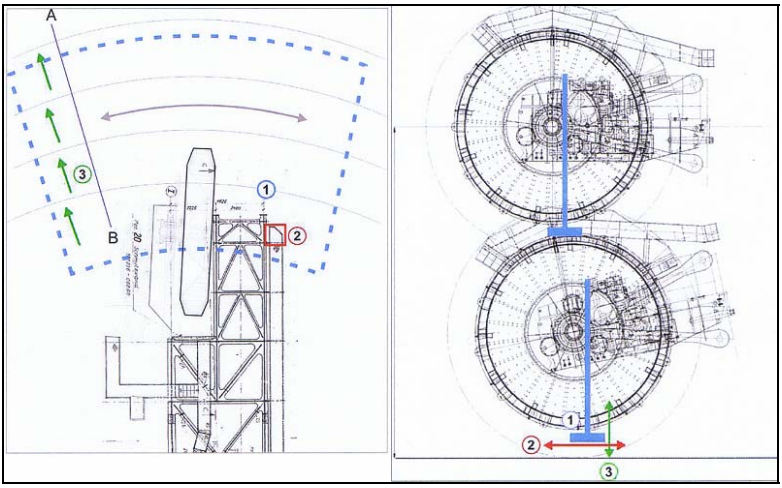


Figure 5. Image of the position of the georadar (2) at the end of the boom of the excavator and the measuring field (1) which consists of smaller subareas based on the terrace cut (3).

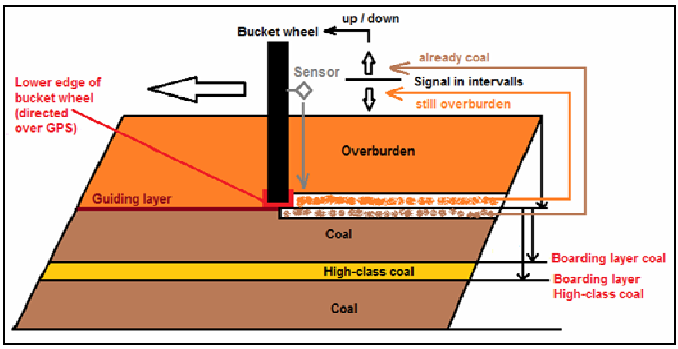
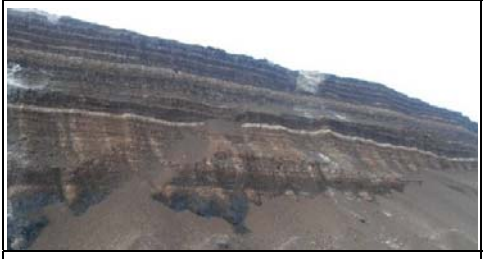
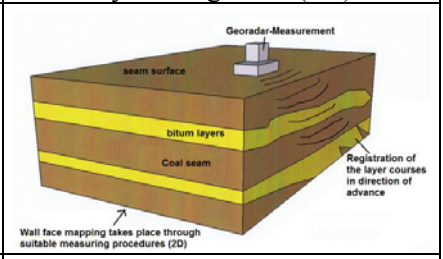


Figure 6. Control of the bucket-wheel by sensor technology with recognition of the guiding layer.

4. SUMMARY AND OUTLOOK

During appropriate measurement tests in the field work the aim was to characterize different sensor technologies as well as to recognize the relevant border dimensions and the adaptation to the working conditions. The technologies of georadar, X-ray fluorescence (XRF) as well as infrared detection or optical sensors have given first promising results to define different layers in the coal seam. However these technologies need to be divided into systems suitable for wall face mapping (optical procedures, infrared sensors, XRF) and a system which can be used for layer recognition in the direction of advance on the seam surface as well as directly at the excavator (georadar) (Table 1).

Table 1. Division of sensor technologies based on their suitability

sensor technologies suitable for	
wall face mapping (2D)	layer recognition (3D)
	
optical detection, infrared sensors, XRF	georadar

Furthermore as a result of the differentiation a suitable approach for the development of a procedure for sensor recognition of different coal quality layers was defined. In the 1st step suitable data over the respective layer courses are gained by the different procedures which are suited for the wall face mapping. Afterwards the data are transmitted as a 2D-representation of the coal face in the existing geologic model where each single layer can be assigned an x- and z-coordinate (for the direction of working and the dismantling height). A sequence of the representations of the respective coal faces originates from the repetition of the measuring processes for every new dismantling block which leads in their sum to an increasing prediction exactness of the single layer courses. In the 2nd step the seam surface is measured by the georadar and therefore data is gained about how the layer courses develop in direction of advance. Afterwards the data will be transferred into the already revised and refined geologic model to receive a detailed 3D-representation of the upcoming dismantling blocks. Thereby the respective layers become next to the already determined x- and z-coordinate from the wall face mapping one more y-coordinate assigned (for the direction of advance). Finally in the 3rd step additional data of the single layer courses is registered and taken by a georadar which is directly at the boom of a bucket-wheel excavator and works continuously during the dismantling process. Again the gained data should serve to refine the geologic model and to define the authoritative predictions for the right cut division for selective mining. An overview of the approach of the single steps is shown in Figure 7.

For the upcoming work mainly the technical implementation on the bucket-wheel excavator will play a great role, because the production equipment with the sensor will be used for tracking the deposit model and the determination of the distribution of the coal quality in the open pit.

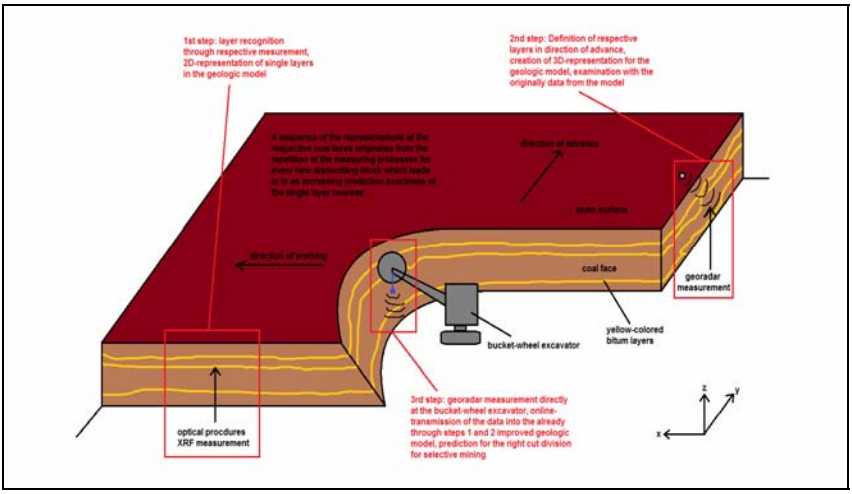


Figure 7. Overview of gradual approach for the development of a procedure of sensor recognition of different coal quality layers.

REFERENCES

1. Pfütze Martin, Drebenstedt Carsten: Actual state of technique for selective mining and materials identification. In: Continuous Surface Mining – Latest Developments in Mine Planning, Equipment, and Environmental Protection, TU Bergakademie Freiberg, page 158 – 164 (ISBN 978-3-86012-406-2), 2010.
2. Päßler Steffen, Drebenstedt Carsten: Berechnungsmethodik für Surface Miner (in Russisch: Методика расчета для горных комбайнов). In: Bergbau-Forum, Dnepropetrovsk, S. 26 – 33 (ISBN 966-350-050-6), 2006.
3. Rolf Dieter Stoll, Christian Niemann-Delius, Carsten Drebenstedt, Klaus Müllensiefen: Der Braunkohlentagebau – Bedeutung, Planung, Betrieb, Technik, Umwelt, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 605 Seiten (ISBN 978-3-540-78400-5), 2009.
4. Durst W., Vogt W.: Schaufelradbagger, Trans Tech Publications, Clausthal-Zellerfeld, 391 Seiten (ISBN 0-87849-057-4), 1986.
5. Pfütze Martin, Drebenstedt Carsten: Approaches of sensor based selective mining. In: IUR – Scientific Reports on Resource Issues 2012, Volume 1, page 196 – 206 (ISSN 2190-555X).
6. Overmeyer; Kesting: SEMT – Sensorische Erkennung der Materialarten und Erfassung der Trennflächen, Logistics Journal, 2007 (ISSN 1860-5923).
7. Pfütze Martin, Drebenstedt Carsten: Sensor based selective mining concepts in coal mining. In: Continuous Surface Mining – Latest Developments in Mine Planning, Equipment and Environmental Protection, University of Miskolc, Hungary, 2012, page 201 – 208 (ISBN 978-615-5216-09-1).

EFEKTI VIŠEGODIŠNJEG RADA IZVORIŠTA PEŠTAN U FUNKCIJI PREDODVODNJAVANJA BUDUĆIH POVRŠINSKIH KOPOVA KOLUBARSKOG BASENA

MULTIANNUAL EFFECTS OF PEŠTAN SOURCE OPERATION IN THE FUNCTION OF PREDEWATERING THE FUTURE Kolubara basin OPENCAST MINES

Polomčić D.[1], Pavlović V.[2], Bajić D.[3], Šubaranović T.[4]

Abstrakt

Izvorište podzemnih voda Peštan nalazi se u centralnom delu rudarskog basena Kolubara, na prostoru Polja F. Koristi se za obezbeđivanje dodatnih količina voda (pored glavnog izvorišta Nepričava) za vodosnabdevanje stanovništva grada Lazarevca. Sastoji se od 14 eksploatacionih bunara koji kaptiraju „međuslojnu“ izdan, formiranu u okviru neogenih peskova. Rad izvorišta je planiran do perioda oko 2015-2020. godine, kada bi trebalo da dođe do njegovog uništenja zbog rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Polje F. U funkciji sagledavanja razvoja kopova, rad izvorišta predstavlja fazu predodvodnjavanja budućih kopova u njegovoj okolini. Njegovim dosadašnjim radom došlo je do značajnih sniženja podzemnih voda u zoni izvorišta, preko 50 m. Na ovu veličinu obaranja nivoa podzemnih voda, pored rada izvorišta uticalo je i presecanje izvora prihranjivanja međuslojne izdani usled razvoja okolnih površinskih kopova.

Ključne reči: Izvorište, izdan, podzemne vode, istražna bušotina, proticaj

[1] Prof. Dr Polomčić Dušan, Rudarsko geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[2] Prof. Dr Pavlović Vladimir, Rudarsko geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[3] Dragoljub Bajić, Rudarsko geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
[4] Mr Šubaranović Tomislav, Rudarsko geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd

Abstract

Peštan groundwater source is located in the central part of the mining basin Kolubara, in the area of the Field F. it is used to provide an additional amount of water (in addition to the main source Nepričava) for public water supply of Lazarevca town. It consists of 14 exploitation wells that capture "interlayer" aquifer, created in the Neogene sandstones. Source operation is scheduled till the period from the year 2015-2020, when it should come to its destruction due to mining activities on the opencast mine Field F. In consideration of mines development function, the source operation is the stage of pre-dewatering of future mines in the surrounding area. Its operation so far has been significantly reduced groundwater in the area of source, for more than 50 m. At this size of groundwater overthrow, in addition of source operation, effects have the cutting of interlayer aquifer spring recharge due to the development of surrounding opencast mines.

Keywords: Source, aquifer, groundwater, exploration borehole, flow

1. UVOD

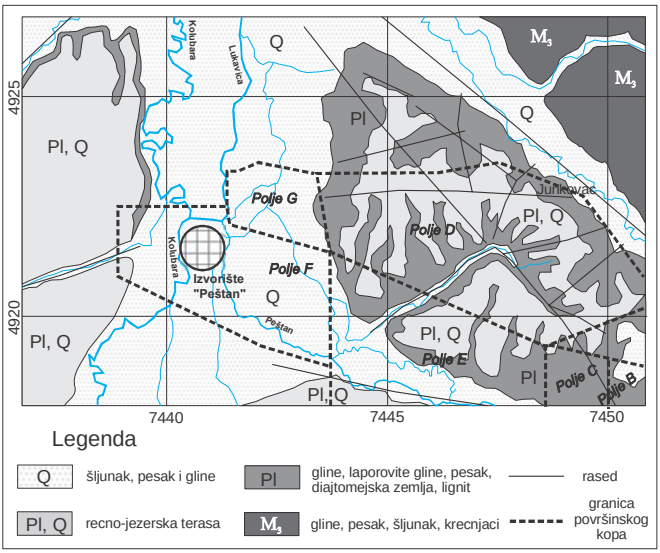
Izvorište Peštan se koristi za vodosnabdevanje stanovništva Lazarevca i nalazi se na ravničarskom terenu aluvijalnih ravni reka Kolubare i Peštana, na prostoru Polja F kolubarskog basena uglja. Geološka istraživanja na Polju F počela su od 50-tih godina prošlog veka, dok su hidrogeološka istraživanja vršena isključivo za potrebe vodosnabdevanja naselja i industrijskog kompleksa RB Kolubara. U prethodnim decenijama izbušeno je preko 75 istražnih bušotina i određeni broj bunara na prostoru Polja F na osnovu kojih su dobijeni podaci o geološkom sklopu terena, hidrogeološkim i hidrodinamičkim parametrima izdani koje su zastupljene na ovom području [1].

Slika 1. Geografski položaj istražnog područja

2. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽNOG PODRUČJA

U geološkoj građi šireg terena (Slika 2) izvorišta Peštan, dominiraju miocenske naslage sarmata i panona, predstavljene uglavnom glinovitim i peskovito-šljunkovitim sedimentima sa karbonatnim tvorevinama. Pliocenske sedimenti predstavljeni su naslagama peskova, šljunkova, dijatomejske zemlje i lignita. Plioceno-kvartarne naslage čine sedimenti rečno-jezerskih terasa, a kvartarne naslage imaju najveće rasprostranjenje u širokim rečnim dolinama Kolubare i njenih pritoka i čine ih aluvijalne gline i šljunkovi [2].

Na znatnom delu Kolubarskog ugljonosnog basena formirane su tri izdani: povlatna, međuslojna i podinska. Izvorište Peštan koje se nalazi u okviru Polja F sastoji se od 14 eksploatacionih bunara koji kaptiraju izdan formiranu u okviru neogenih peskova. Ova izdan se naziva „međuslojna izdan“ koja je formirana između dva ugljena sloja. Po svom rasprostranjenju, položaju i debljini najznačajnija je izdan od svih zastupljenih u Kolubarskom basenu [3,4]. U okviru površinskog kopa Polje F, gde se i nalazi izvorište Peštan (Slika 2), ova izdan predstavlja produžetak povlatne izdani iz južnog krila površinskog kopa Polje D. Prihranjivanje međuslojne izdani se vrši u području slobodnog dela izdani gde se infiltrira voda od padavina i u pojedinim zonama Polja C i Polja E, gde je erodovan gornji ugljeni sloj, pa je u tim delovima aluvijon u neposrednom kontaktu sa međuslojnim peskovima [5]. Dreniranje se vrši prirodnim putem preko aluvijona reke Kolubare, gde je ostvarena hidraulička veza između međuslojne izdani i aluvijalne izdani reke Kolubare, ali i veštačkim putem, preko vodozahvatnih objekata (bunara izvorišta Peštan, Medoševac i dr.).



Slika 2. Geološka karta šireg terena istražnog područja

3. UTICAJ RADA IZVORIŠTA PEŠTAN NA MEĐUSLOJNU IZDAN

Šire područje izvorišta Peštan nalazi se u terenu sa vrlo složenim geološkim i hidrogeološkim karakteristikama. Ugljeni sloj se nalazi na dubini od oko 100 m, na severnom delu kopa Polja F, do preko 220 m u njegovom južnom delu. Na ovom prostoru postoje dva ugljena sloja, između kojih se nalazi „međuslojna izdan“ čije vode zahvataju bunari izvorišta Peštan. Eksploatacija uglja u ovom kopu treba da započne 2030. godine [6], posle prethodnog izmeštanja korita Kolubare, Peštana i Lukavice (Slika 2).

U osnovi, izvorište Peštan ima „dvojaku“ ulogu. Pored obezbeđivanja dodatnih količina voda za vodosnabdevanje Lazarevca, koje se primarno snabdeva sa izvorišta Nepričava, kao posledica rada izvorišta javlja se sniženje nivoa podzemnih voda u međuslojnoj izdani što direktno predstavlja fazu predodvodnjavanja budućih površinskih kopova Polja F i Polja G, i delom Polja E. Eksploatacija podzemnih voda na ovom izvorištu za potrebe vodosnabdevanja stanovništva trajaće do oko 2015-2020. [6] godine, kada će, usled rudarskih aktivnosti, međuslojna izdan biti „otvorena“ eksploatacijom uglja, čime se kvalitet voda neće moći adekvatno štititi.

Izvorište Peštan započelo je sa radom, odnosno eksploatacijom međuslojne izdani 1998. godine izradom i puštanjem u rad 10 eksploatacionih bunara izvorišta Peštan. Srednja dnevna eksploatacija prvih nekoliko godina bila je od 90-130 l/s, da bi se kasnije postepeno povećavala, izradom i puštanjem u rad novih bunara. U Tabeli 1 su prikazana evidencija količine podzemnih voda koje su eksploatisane na izvorištu u periodu do 2010. godine.

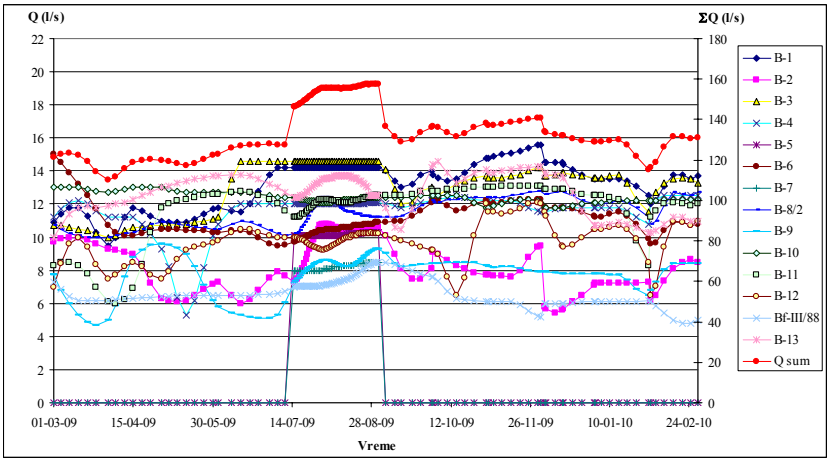
Tabela 1. Eksploatacija podzemnih voda (m^3) sa izvorišta Peštan (1998-2010. god.)

Godina	Količina voda (m^3)
1998.	1 461 267
1999.	2 722 559
2000.	3 576 952
2001.	4 004 260
2002.	3 958 381
2003.	3 840 817
2004.	3 448 893
2010.	4 856 544

Na Slici 3 prikazani su hidrogrami pojedinačnih bunara za period 01.03.2009. - 01.03.2010. god., gde se vidi da je pojedinačni kapacitet nekih bunara dostizao i preko 14 l/s. Takođe, prikazan je i sumarni kapacitet bunara izvorišta koji se kretao maksimalno do 160 l/s.

Kao posledica rada eksploatacionih bunara u prethodnom periodu došlo je do znatnog obaranja nivoa podzemnih voda na lokaciji samog izvorišta. Takođe, višegodišnji uticaj rada izvorišta manifestuje se opadanjme nivoa (znatno

manje nego u samom izvorištu) i van područja Polja F i Polja G, kao i na istoku na izvorištu Medoševac u okviru Polja E [2].



Slika 3. Dijagram registrovanih pojedinačnih proticaja bunara i sumarnog kapaciteta izvorišta Peštan u periodu 01.03.2009. - 01.03.2010. god.

Na osnovu istraživanja sprovedenih na izvorištu 1994. godine [7] u Tabeli 2 su prikazani početni nivoi podzemnih voda („nulto“ stanje), pre eksploatacije podzemnih voda na ovom izvorištu (1998. god.). Posle toga, vršen je periodičan monitoring podzemnih voda „međuslojnoj izdani“.

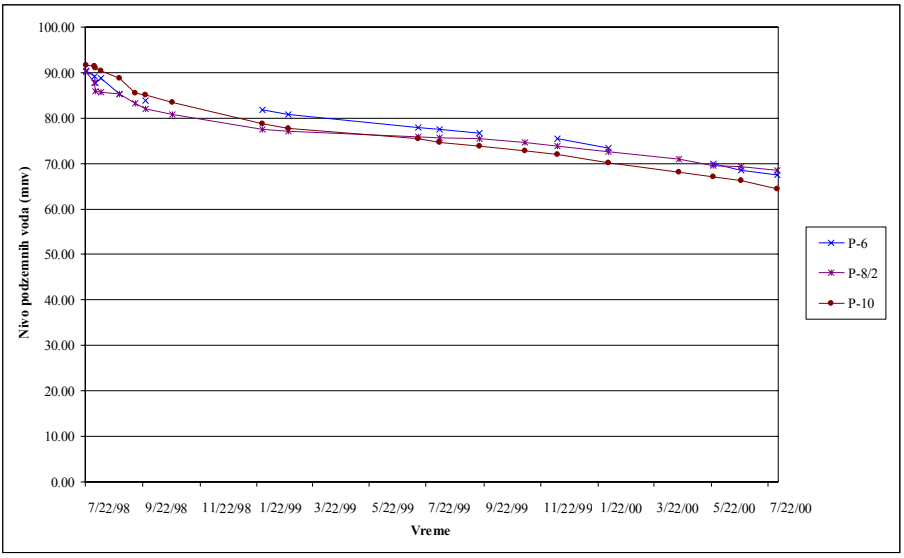
Tabela 2. Početni nivoi podzemnih voda uže okoline izvorišta Peštan

Hidrogeološki objekat	NPV (mnm)
Pqp	92.09
Qlm	92.05
Qgh	93.32
Qgr	94.29
Izvorište Peštan	92.29

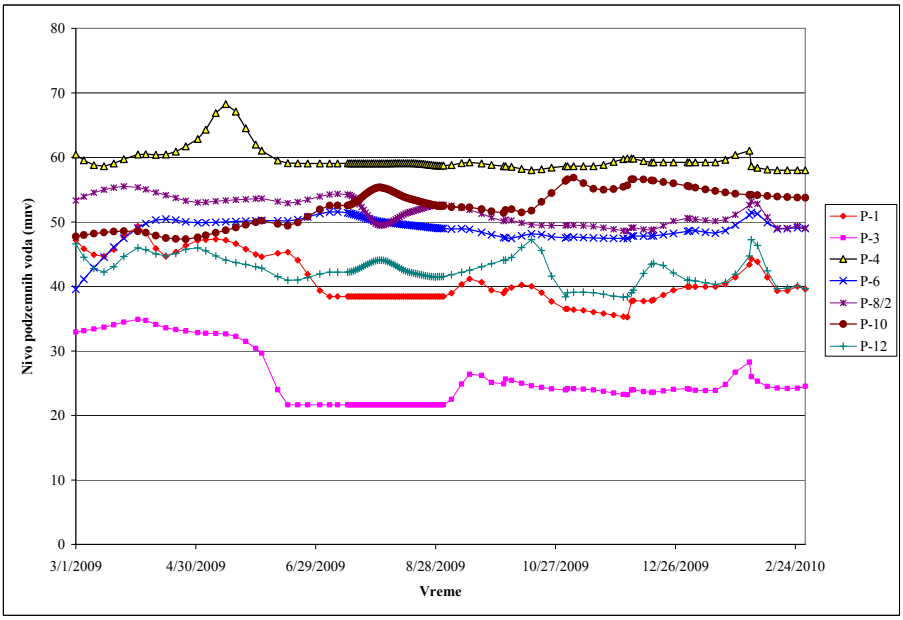
Na izvorištu Peštan sistematski monitoring režima podzemnih voda je osmatran u dva perioda: 1998 - 2000. god. i od 01.03.2009. - 01.03.2010. god. Na Slici 4 prikazani su nivogrami za period od 1998-2000. god.

Do 2000. godine nivo izdani u okolini izvorišta opao je za oko 25 m u odnosu na 1998. godinu, dok je do 2004. godine opao za 40 m [6].

Na Slici 5 su prikazani pijezometarski nivoi u osmatračkim objektima izvorišta Peštan tokom jednog hidrološkog ciklusa (01.03.2009. - 01.03.2010. godine).



Slika 4. Dijagram pijezometarskog nivoa u osmatračkim objektima izvorišta Peštan u periodu 1998-2000. god.



Slika 5. Dijagram pijezometarskog nivoa u osmatračkim objektima izvorišta Peštan u periodu 01.03.2009. - 01.03.2010. god.

4. ZAKLJUČAK

Napredovanje rudarskih radova tokom narednih godina dostići će i zonu izvorišta Peštan koje se nalazi na Polju F. Pored nekoliko izdani koje se nalaze u Kolubarskom basenu uglja, „međuslojna“ izdan je najznačajniji resurs podzemnih voda i s toga otežava nesmetanu eksploataciju uglja.

Zahvatanjem podzemnih voda „međuslojne izdani“ na izvorištu Peštan od 1998. god. obezbeđuju se dodatne količine voda za vodosnabdevanje grada Lazarevca. Kao posledica višegodišnjeg zahvatanja podzemnih voda na ovom izvorištu došlo je do znatnog sniženja nivoa podzemnih voda na širem prostoru. Prema analiziranim nivogramima, gde su vršena merenja od početka rada izvorišta (1998. god.) do 2010. god., u Tabeli 3 dat je prikaz nivoa podzemnih voda na izvorištu Peštan.

Tabela 3. Nivo podzemnih voda na izvorištu Peštan u periodu od 1994-2010. god.

Godina	Nivo podzemnih voda (mnm)
1994.	92.50
2000.	66.83
2010.	38.23

Iz Tabele 3 se vidi da je početno stanje (pre početka rada izvorišta) nivoa podzemnih voda bilo na koti 92.5, zatim 2000. godine pada na oko 66.83 mnm, da bi 2010. godine iznosio prosečno 38,23 mnm. Iz priloženog se zaključuje da je rad izvorišta Peštan za 12 godina oborio nivo podzemnih voda za oko 54 m.

Sa aspekta obezbeđenja potrebnih uslova za nesmetanu ekaploataciju uglja, rad izvorišta podzemnih voda Peštan može se posmatrati i kao sistem predodvodnjavanja budućih kopova. Efekti rada ovog izvorišta na buduće rudarske aktivnosti nisu zanemarive. Skidanjem jalovine, i eksploataciji gornjeg ugljenog sloja trajno i nepovratno će se pogoršati uslovi zaštite međuslojne izdani, čime će se i rad izvorišta za vodosnabdevanje završiti. Međutim, postojeći bunari izvorišta i prateća infrastruktura trebaju ostati u daljoj funkciji zaštite površinskog kopa Polje F od podzemni voda.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za finansiranje projekata OI-176022, III-43004, III-33039.

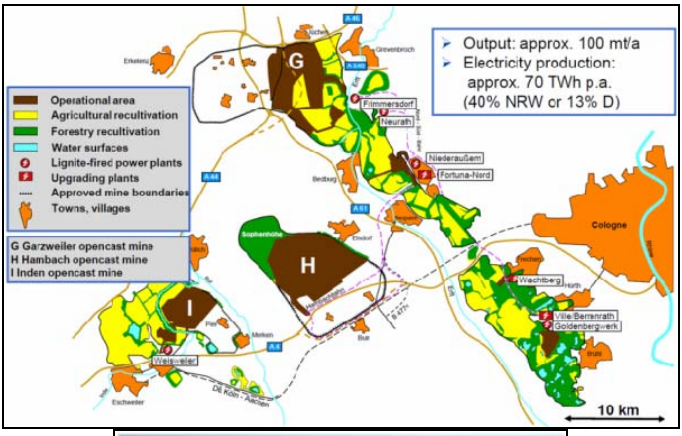
LITERATURA

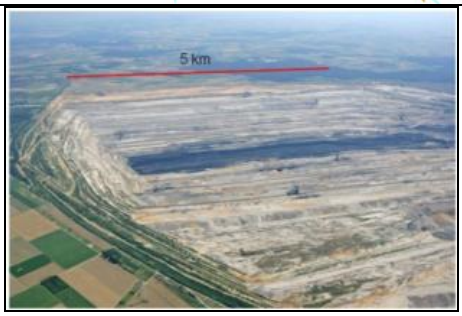
1. Bogdanović V., Ilić Z., Polomčić D., *Izbor ograničenja i otvaranja površinskog kopa Južno Polje u Kolubarskom ugljenosnom basenu*, Kolubara projekt, Lazarevac, 2007.

2. Bogdanović V., Ilić Z., Polomčić D., *Idejni program sa studijom opravdanosti otvaranja i izgradnje površinskog kopa Polje E*, Kolubara projekt, Lazarevac, 2006.
3. Bajić D. and Polomčić D., *A conceptual hydrogeological model for open pit mine Polje E (Kolubara coal basin, Serbia)*, Proceedings of the GIS Ostrava 2012 - Surface models for geosciences symposium, Ostrava, Czech Republic, 23-25 January, 2012, Růžička J. and Růžičková K, Eds., VSB - Technical University of Ostrava: Ostrava, 2012, pp. 1-12, 2012.
4. Polomčić D., Bajić D. and Ristić-Vakanjac V., *Groundwater balance, natural recharge and drainage zones at open pit mine Polje E of Kolubara Coal Basin (Republic of Serbia)*, CD Proceedings of the 7th Conference on Sustainable Development of Energy Water and Environmental Systems, 01-07 July, Ohrid, Republic of Macedonia, SDEWES2012_FP_80, 2012.
5. Polomčić D., *Hydrodynamical model of the open pit mine Polje C (Kolubara Coal Basin, Serbia)*, Proceedings of the International Conference Coal 2008, 15-18 October, Belgrade, Serbia, 407-419, 2008.
6. Milivojević M., *Podzemni vodni resursi šireg područja Kolubarskog ugljonosnog basena*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2006.
7. Boreli-Zdravković Đ., Popović L., Soro A., *Vodovodni sitem Peštan - Glavni projekat*, Jaroslav Černi, Beograd, 1994.

EMISSION CONTROL AND PROTECTION OF THE ENVIRONMENT AT RWE POWER LIGNITE OPENCAST MINES

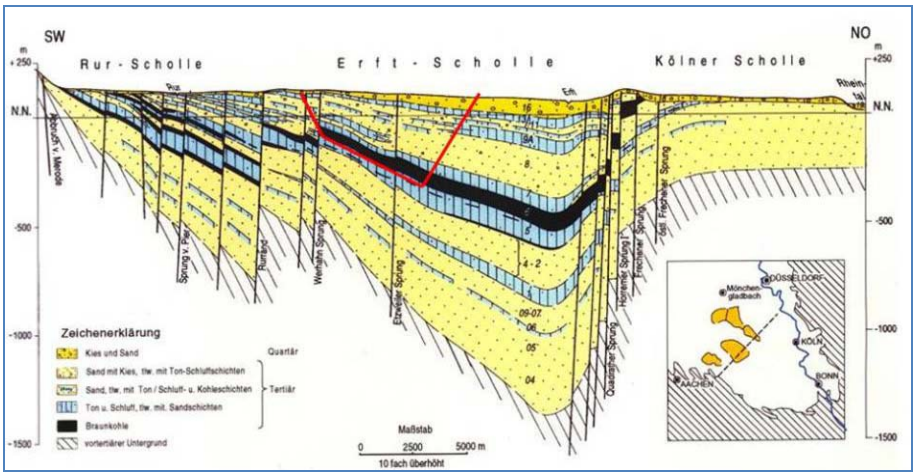
Schwarzenberg T. [1],



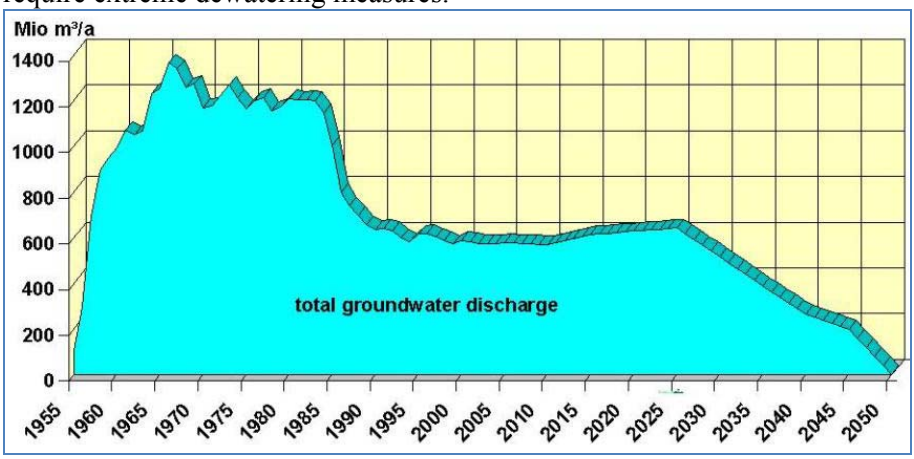


RWE Power Mines and reclaimed areas are located west of Colgne.The bigest pit is the Hambach Mine with a production of 40 Mio t of lignite per year.

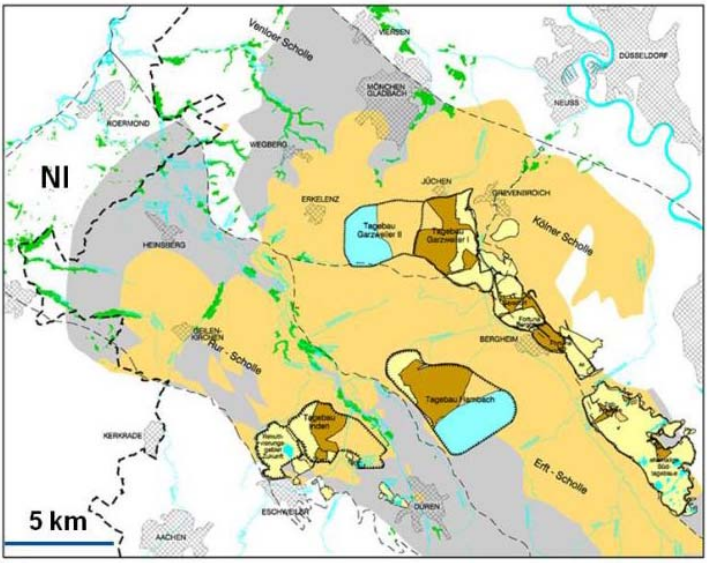
[1] Dr. Thomas von Schwarzenberg, Chief Geologist, RWE Power International



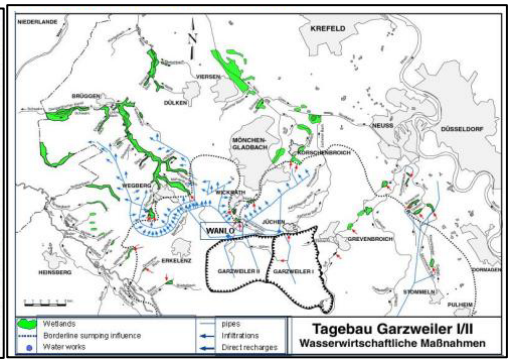
The typical east-west section through the lignite area with the Hambach Mine in the centre shows the the thick sand and gravel horizons which require extreme dewatering measures.



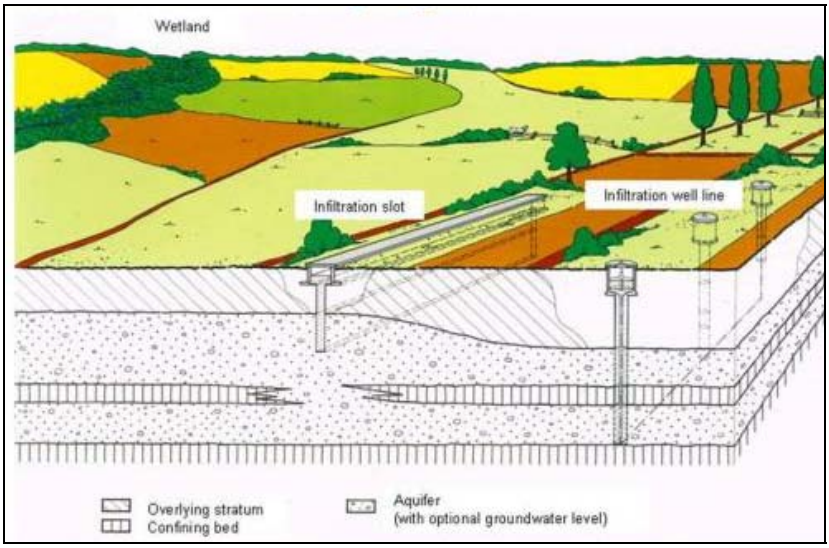
Groundwater abstraction is one of the major aspects for safe mining. During 1960 and 1990 the cone of depression was enlarged (mostly storage water). Afterwards mostly recharge water is pumped.



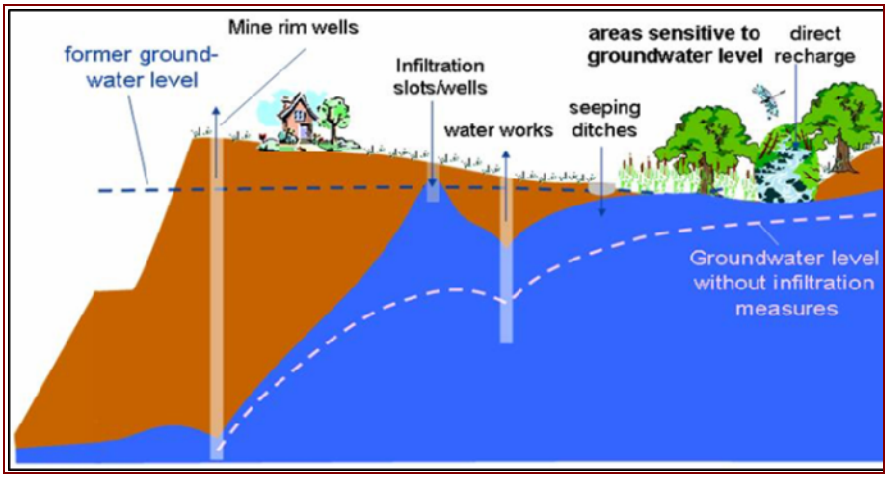
The cone of groundwater depression has about 3600 km² (grey deeper aquifers; brown upper aquifer). This affects public and industrial water supply as well as.



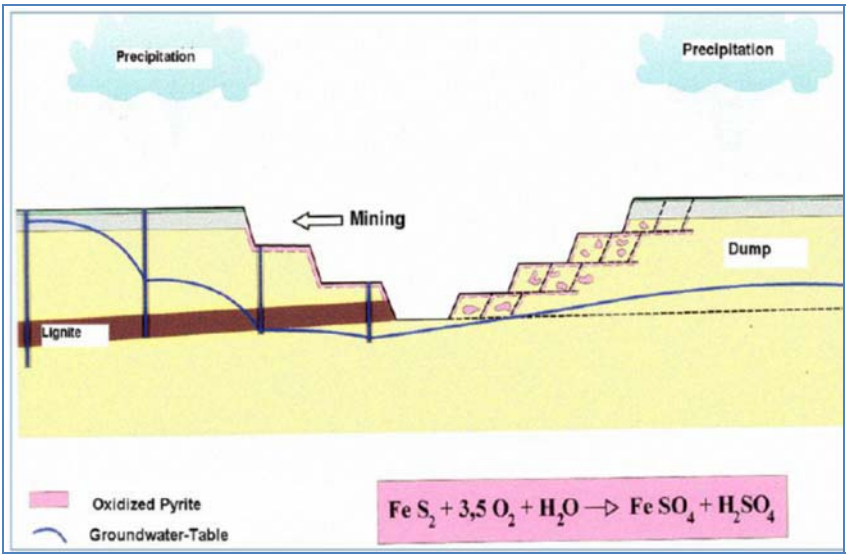
Vulnerable protected wetlands close to the mines are threatened by the groundwater abstraction. The most effective mitigating measure is the piping and infiltration of 60 Mio m³ per year of original groundwater from the mines towards the wetlands.



The infiltration of water into the ground is managed either by infiltration slots or infiltration wells with capacities of 1 Mio m³ per year each.



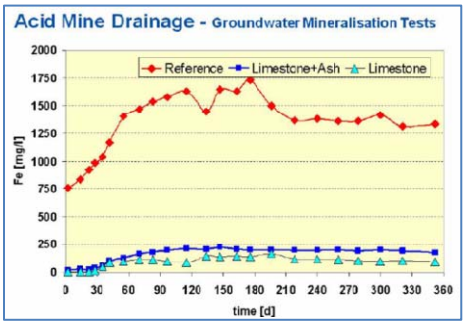
Infiltration slots and infiltration wells support groundwater recovery close to water works and wetlands.

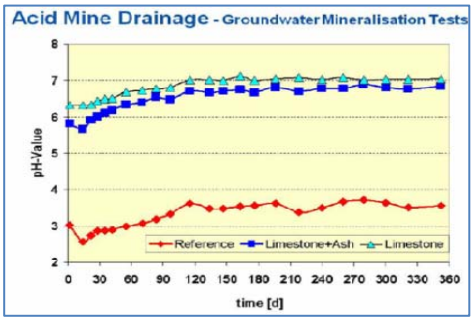


Acid mine drainage is a widespread phenomenon in the overburden of the RWE lignite mines due to the concentrations of pyrite. The oxidation takes place only in a layer of three meter thickness at mining and dumping side during exposition to the air. Then after mining and dumping the next block another 3 meter thick overburden layer is oxidized. Altogether 15 % of the pyrite in the mines is oxidized. The oxidation of pyrite triggers the formation of acids, free iron sulfate and other undesirable mineralization. The only technical and economical counter measure is to mix fine grained limestone into the overburden waist which neutralizes the acids and reduces the iron concentrations.

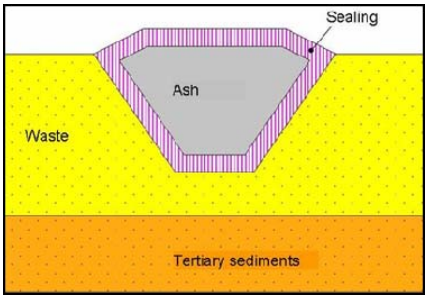
To neutralize the acid overburden large limestone silos are erected over the waste conveyor belts. Depending on the amount of waste and pyrite

concentration, an adequate volume of limestone is thus mixed into the overburden. The limestone reacts only after the groundwater in the dump has recovered.



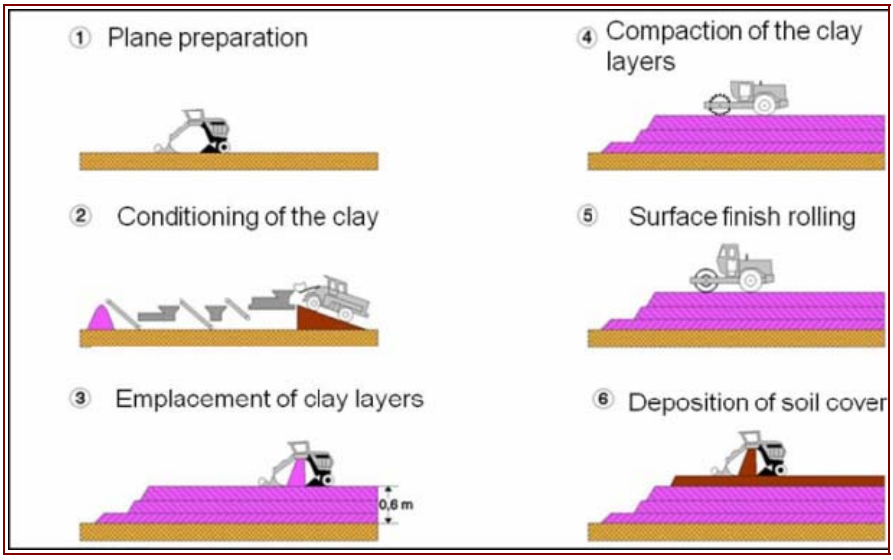


Large scale container tests with oxidized waste material and admixture of fine grained limestone and a mixture of ash and limestone have been performed to test the reaction and the final mineralization of the future dump groundwater. The result shows that the ph can be raised to nearly neutral conditions and the iron concentration dramatically reduced when compared to the reference container in which no additives to the oxidized waste were added.



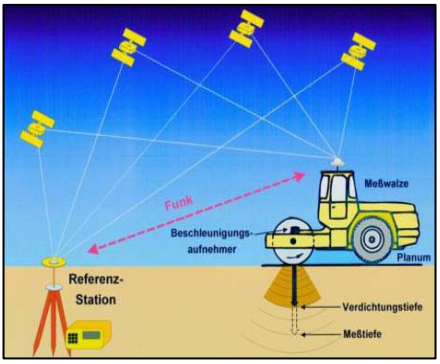
Thickness:	0.6 meter
Permeability:	5×10^{-10} m/sec
Degree of compaction:	$D_{Pr} > 95$ %
Liquid Limit:	> 35 %
Plastic limit	> 20 %
Grainsize	> 80 % <0.002 mm

Ash from the power plants has to be dumped within special compartments which must be sealed off from the surrounding formations by a highly impermeable clay seal which has to follow certain soil mechanical parameters and thickness.

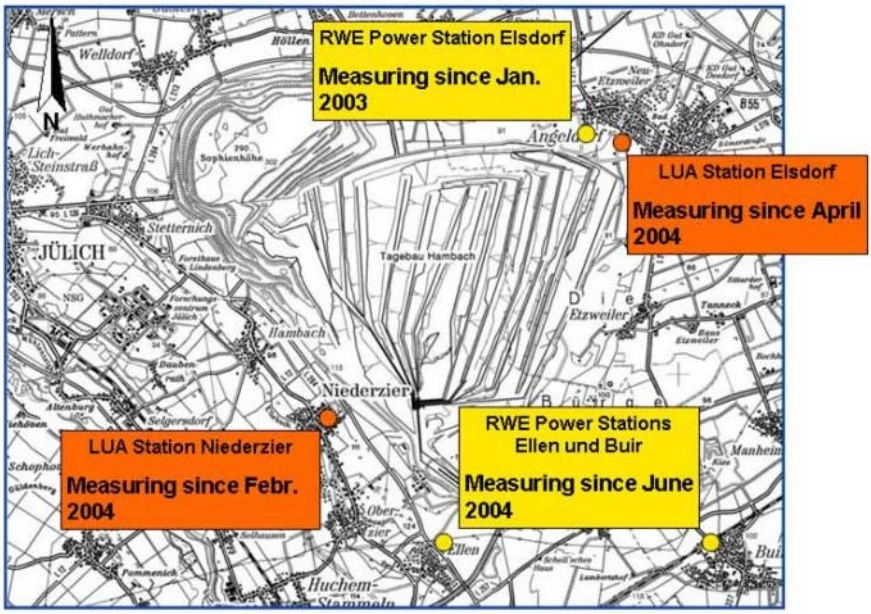


The construction of the ash deposit sealing is a very diligent procedure of clay preparation, placement of the clay in three separate layers and rolling / compaction of each clay layer.

Heavy equipment is used to place and compact the individual 30 cm thick clay layers.

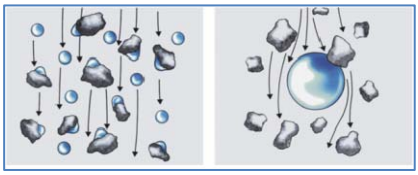


GPs based monitoring systems are used to guarantee that the complete clay layer is sufficiently compacted. Finally the top drainage gravel layer is put in place.



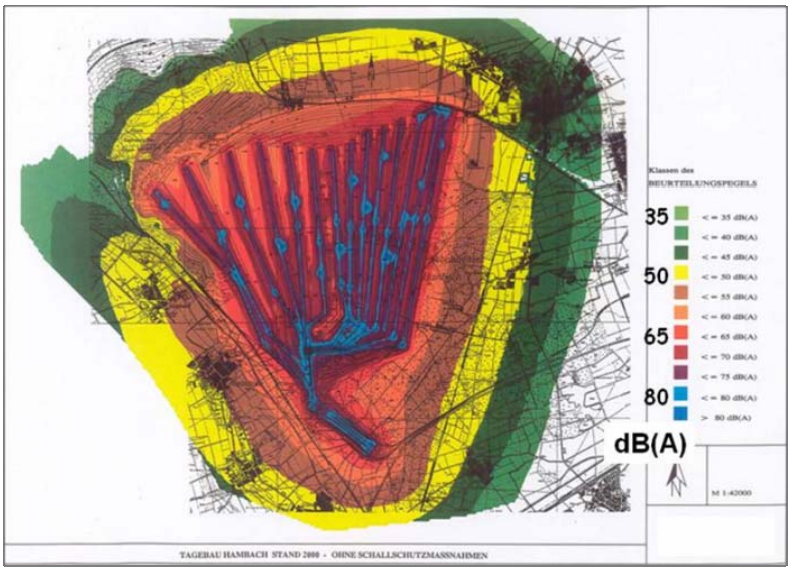
Dust is becoming more and more critical in the European environmental regulations. This means that limit values are more and more reduced which requires increased mitigation measures. At Hambach mine both RWE Power and Government (LUA) are measuring PM10.

Sprinkling and greening, also hydrogreening are well established measures to reduce dust immissiions from large surfaces.



The skill of dust control, once dust is in the air, is to catch the dust particles with fine nebulized water particles instead of displacing the dust by large water drops from sprinkler systems.

High pressure sprinkling systems are applied to reduce generation of dust from locally sensitive areas.



Noise is similar to dust an environmental impact that is getting more and more sensitive. The major noise immissions in the open pit mines are the belt conveyors, the belt conveyor distribution point and the train loading station.

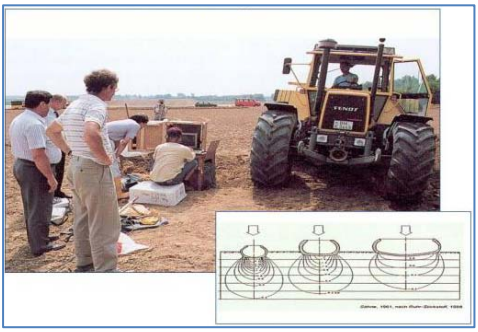
Noise is measured either with stationary or mobile noise measuring devices. There are different noise minimizing measures available which are divided into active and passive measures.

Active measures		Passive measures
Primary measures	Secondary measures	
Low noise motors	Total encapsulation	Baffle boards
Low noise gearings	Partly encapsulation	Noise controll walls
Low noise idlers	Sound absorber	Noise control dams
Proper maintenance		Planting of dams

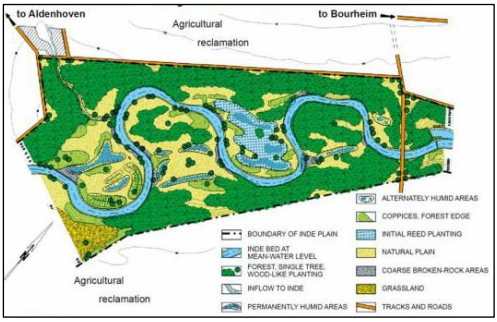
Noise controll by walls and encapsulation of bucket wheel excavator motor and gearing.

Reclamation is one of the major environmental issues in the RWE Power mining region. Since hundred years more than 100 km² of mining land have been turned into lakes, agricultural and forest land. After reclamation the former mining activities can only be observed at the structure of the outside dumps which will remain as artificial hills. All the other land is reclaimed close to nature. This is one of the main issues that bring about acceptance of the mining activities by the public.

Biotopes are meanwhile a must in the reclamation programme. After some years they will turn into wonderful landscapes and provide habitats for birds, fish and amphibians

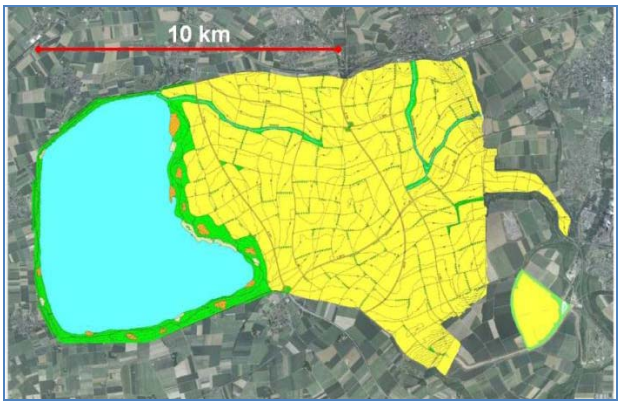


Topsoil is seperately mined and dumped. Soil compaction upon grading of agricultural land is a critical issue concerning crop development. Therefor techniques have to be applied which guarantee a minimum of soil compaction.

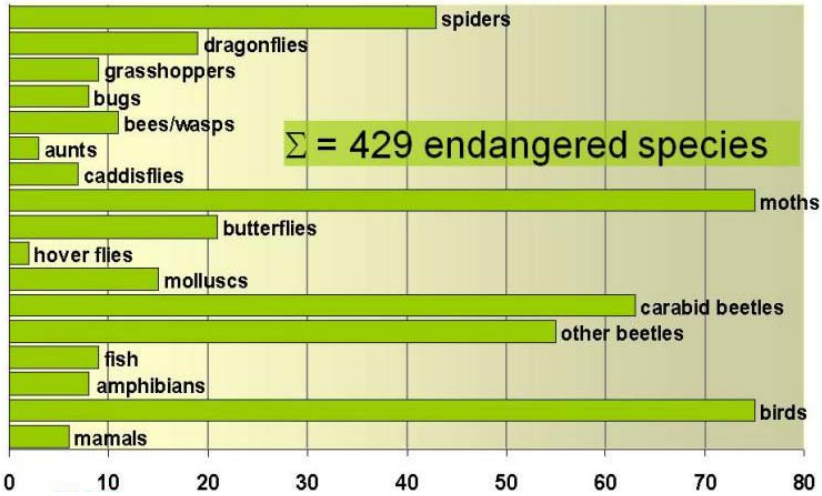


Close to nature river diversion across inside dump is a common practice at the RWE open pit mines. Nowadays environmental authorities require a sophisticated diversification of river bed design to allow natural conditions for the development of various habitats to attract a multitude of various species

New artificial river bed (left) and completely reclaimed land with lakes (right)



Final Situation of Garzweiler Mine after recovery of lake water in the year 2080.



429 endangered species within the reclaimed areas: More than during pre-mining situation demonstrates the effectiveness of the reclamation methods.

To attract a variety of species support structures are placed in the reclaimed areas: left: installed deadwood for bats; right: artificial nesting piles.

OCJENA MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE UGLJA IZ LEŽIŠTA PLJEVALJSKOG BASENA ZA POTREBE TE PLJEVLJA I i TE PLJEVLJA II

EVALUATION OF THE POSSIBILITIES FOR COAL PRODUCTION FROM THE PLJEVALJ BASIN DEPOSIT FOR TPP PLJEVLJA I AND TPP PLJEVLJA II REGUREMENTS

Stanić R.[1], Gomilanović M[2], Stanić N.[3]

Apstrakt

Strateškim dokumentom Crne Gore u oblasti energetike planirana je izgradnja i TE Pljevlja II kapaciteta 220 MW. Stoga ovaj rad ima za cilj da definiše redoslijed eksploatacije uglja pojedinih ležišta na prostoru opštine Pljevlja, njihov kapacitet, uvažavajući zahtjeve za kvalitetom uglja sadašnjeg i budućeg potrošača, kao i procjenu ekonomskih troškova na bazi planiranih finanasijskih uslova realizacije ovih objekata, uz primjenu savremenih tehnologija u tehnološkim operacijama.

Ključne reči: strateški dokument, eksloatacija uglja, kapacitet, kvalitet, troškovi

Abstract

A strategic document of Montenegro in the field of energy is scheduled construction of TPP Pljevlja II with capacity of 220 MW. Therefore, this paper aims to define the sequence of coal mining for certain deposits in the

[1] Dr Ratomir Stanić,dipl.ing rud., Rudnik uglja - Pljevlja, Crna Gora, e-mail: stanicrato@t-com-me
[2] Dr Miodrag Gomilanović, dipl.ing rud., Podgorica, Crna Gora, e-mail:miogom@t-com.me
[3] Nikola Stanić, master.ing.rud., Rudnik uglja - Pljevlja, Crna Gora, e-mail:nikola.stnc@gmail.com

area of Pljevlja municipality, its capacities, taking into account requirements of coal quality for current and future customers, as well as estimation of the economic costs based on the planned financial conditions for implementation of these plants, with the use of up to date technologies in technological operations.

Keywords: strategy document, coal mining, capacity, quality, costs

1. UVOD

Rudnik uglja AD Pljevlja egzistira od 1952. godine kao samostalno privredno društvo. U proteklom periodu proizvodnja uglja je ostvarena u iznosu od 63.5 miliona tona i 160 miliona tona čm^3 otkrivke. Ugalj je isporučivan industriji i širokoj potrošnji, a od 1982. godine dominantno za potrebe TE Pljevlja I, koja je u proteklom periodu isporučila potrošačima 30,000 GWh.

Bazni parametri koji su determinisali ovaj rad su:

- početak rada TE Pljevlja II 2018. godine;
- rad TE Pljevlja I do 2025. godine;
- obim proizvodnje uglja do 2018. godine oko 1,500,000 t/god.;
- obim proizvodnje uglja od 2018. - 2025. godine cca 2,900,000 t/god., i
- obim proizvodnje uglja od 2025. godine oko 1,300,000 t/god.

Rad je tretirao sva ležišta uglja na prostoru opštine Pljevlja, bez obzira da li Rudnik uglja Pljevlja ima sada zaključene ugovore sa državnim organima o koncesijama tih ležišta.

2. REZERVE I KVALITET UGLJA

Na području Pljevalja postoji više ležište uglja, a generalno se mogu podijeliti na prostor pljevaljskog basena i basena Maoče.

Pljevaljskom basenu, zajedno sa Ljuće-Šumanskim basenom, pripadaju ležišta uglja Potrlica sa ležištem Cementara, Kalušići, Rabitlje, Crevo i Komini, zatim Šumani I i Ljuće II, a ostala gravitirajuća ležišta su Glisnica, Bakrenjače, Otilovići i Mataruge. Na putnom pravcu Pljevlja - Bijelo Polje, na oko 30 km, nalazi se maočki basen, najveći basen po rezervama uglja.

U geološkoj građi ležišta učestvuju različite vrste jezerskih sedimenata srednjemiocenske starosti, koji su raščlanjeni generalno na tri paketa: podinski paket - podinske gline ($^1M_2$), srednji paket - ugljeni sloj ($^2M_2$), i gornji paket - krovinske laporce i laporovite krečnjake ($^3M_2$).

Prosječna toplotna vrijednost uglja (DTE) u ležištima kreće se od 5,572 kJ/kg u ležištu Ljuće II do 13,663 kJ/kg u ležištu Rabitlje.

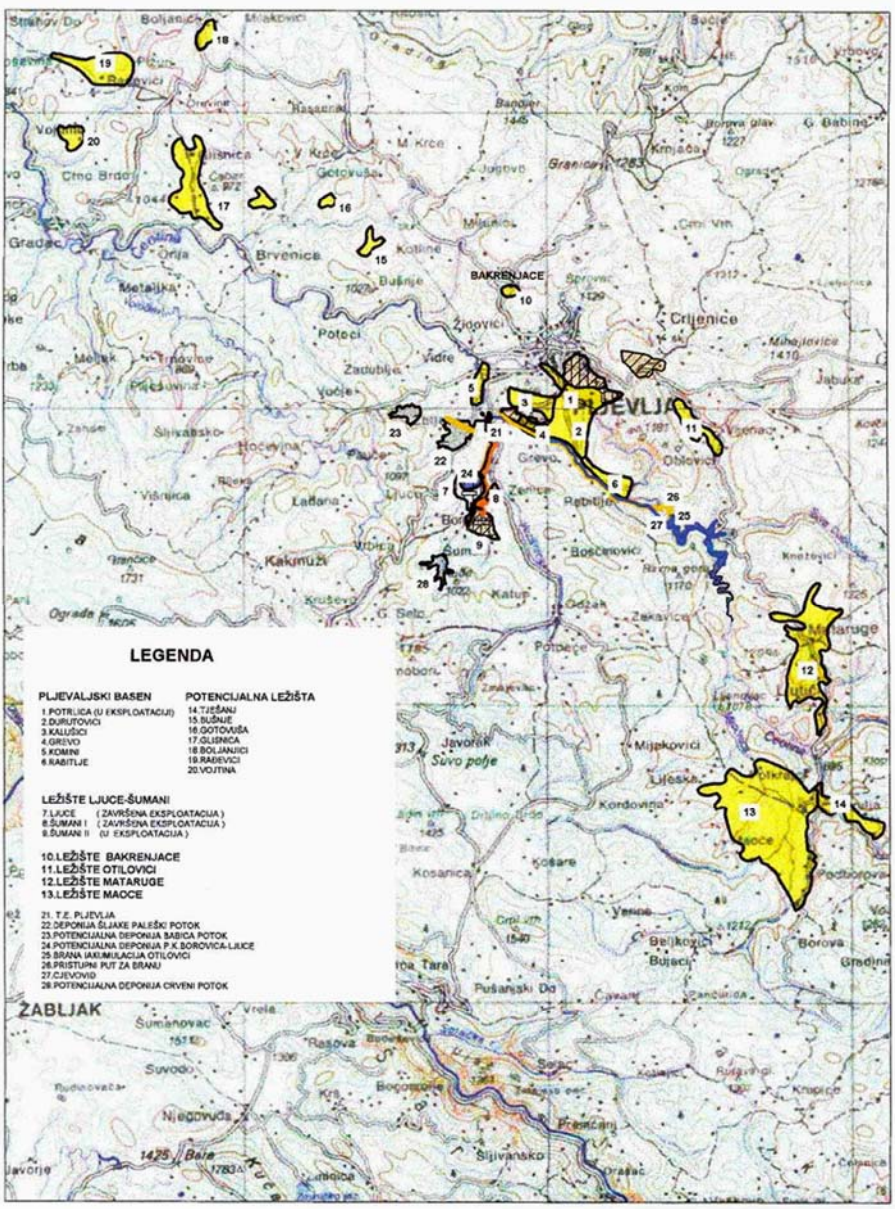
U Tabeli 1, koja slijedi, date su bilansne rezerve uglja na osnovu ovjerenih Elaborata o rezervama i kvalitetu uglja, osim za ležište Mataruge, za koje je urađen proračun rezervi, ali ne i Elaborat, a u Tabeli 2 osnovni parametri kvaliteta bilansnih rezervi uglja za svako ležište.

U Tabeli 1 su, takođe, date i količine otkrivke koje je potrebno otkopati da bi se eksploatisao ugalj, srednji koeficijent otkrivke, toplotna vrijednost DTE, datum ovjere Elaborata sa brojevima potvrda i koncesionih ugovora.

Rudnik uglja AD Pljevlja posjeduje koncesije za istraživanje i eksploataciju uglja za ležišta u pljevaljskom basenu i ležište Glisnica koje je od Pljevala udaljeno 20 km. Rezerve uglja u pljevaljskom basenu, u ležištima za koja Rudnik ima koncesije, iznose 69,935,133 tona, dok u tri ležišta (Otiloviće, Mataruge i Bakrenjače), za koja Rudnik nema koncesije, rezerve su 12,253,313 tona, što ukupno iznosi 82,188,446 tona.

Ako se na postojeće bilansne rezerve doda i 5% količina međuslojne jalovine ili podinskih ugljeva lošijeg kvaliteta, koje će se prilikom eksploatacije uglja otkopati, a čime će se svakako smanjiti kvalitet uglja (u elaboratima nije takav prilaz primijenjen), onda bi eksploatacione rezerve uglja pljevaljskog basena sa ostalim manjim ležištima, iznosile 86,297,868 tona.

Za eksploataciju nisu predviđena ležišta uglja Rabitlje i Komini jer su nedovoljno istražena kao i i ležište Ljuće II zbog lošeg kvaliteta uglja. Za ležište Bakrenjače potrebno je uraditi studiju opravdanosti jer je u međuvremenu na ležištu izgrađen veliki broj objekata.U Tabeli 3 date su eksploatacione rezerve (bilansne +5%) i kvalitet uglja koji će se koristili za snabdijevanje TE Pljevlja I i TE Pljevlja II do kraja rada.



Slika 1. Pregledna karta ležišta uglja pljevaljskog basena

Tabela 1. Rekapitulacija bilansnih rezervi uglja na području Pljevalja (Stanje 31.12.2012.)

Red. br.	Basen/ ležište	KATEGORIJA	Bilansne rezerve (t)	Učešće A+B (%)	OVJERA REZERVI	nadzvišica (m)	DTE (kJ/kg)	Sred. kvalit. ukr.	Eksploat= Bilansne + 5 %	Koncesioni ugovor	Potvrda o rezervama (od minist.)
I. Pljevaljski basen											01-2098/3
1	Potrlica	A+B+C1	41213828.00	49.96	bilansne	160225752	10697	3.89	43274519.4		28.01.2013.
2	Kalušići	A+B+C1	15047143.00	97.32	bilansne	46627374	7957	3.1	15799500.15	01-1025/1 21. 03. 2006.	0702-1708/2 24.09.2012.
3	Rabitlje	C1	5358361.00	0	bilansne	36014256	13663	6.72	5626279.05		
4	Grevo	C1	2281807.00	0	bilansne	11722118	12442	5.14	2395897.35		
5	Komini	C1	3016566.00	0	bilansne	5692624	11515	1.89	3167394.3		
UKUPNO I			66917705			260281124		3.9	70263590		
II. Ljuće-Šumanići											
6	Šumanić	A+B+C1	200000	60	bilansne	230000	10418	1.15	210000	01-1025/1 21. 03. 2006.	01-1093/4 21.10.2009.
7	Ljuće II	B+C1	1056085	61.21	bilansne	500000	5572	0.47	1108889		01-545/5 02.11.2001.
8	Ljuće I	B+C1	60000	100		100000	8600	1.67	63000		
UKUPNO II			1316085			830000		0.63	1381889		
9	Glisnica	B	1701343	100	bilansne	4232019	9384	2.49	1786410	01-4147/1 01.06.2009.	0702-1710/3 15.10.2012.
UKUPNO KONCESIONIRANO			69935133			265341143		3.79	73431890		
III OSTALA LEŽIŠTA											
10	Otilovići	B+C1	3421000	99.5	bilansne	11887300	10510	3.47	3592050		07-3889/1-92 16. 12. 1993
11	Bakrenjače	A+B+C1	1332313	73.64	bilansne	1151000	10296	0.86	1398929		01-679/1 23. 02. 1996.
12	Mataruge	C1	7500000	0	tehničnate	15000000	8350	2.00	7875000		
UKUPNO III			12253313			28038300			12865978.65		
UKUPNO I+II+III			82188446			293382443		3.57	86297868		
13	Maoče	B+C1	109900000	82.98	bilansne	497500000	12504	4.53	115395000		07-3636/1-89 30. 01. 1989.
UKUPNO SVA LEŽIŠTA			192088446			790882443		4.12	201692868		

Tabela 2. Osnovni parametri kvaliteta bilansnih rezervi uglja za svako ležište

Ležište	POKAZATELJI KVALITETA			
	Wu (%)	P (%)	Su (%)	DTE (kJ/kg)
Potrlica	28.25	23.83	1.28	10697
Kalušići	27.09	36.46	1.43	7957
Rabitlje	34.00	10.93	-	13 663
Komini	33.76	17.27	1.28	11515
Grevo	29.33	20.92	1.43	12442
Mataruge	34.78	26.64	1.05	8350
Glisnica	36.45	21.30	2.40	9384
Otilovići	37.42	13.70	0.80	10510
Bakrenjače	39.99	15.14	0.96	10194
Prosječno	30.01	24.63	1.29	10202

Tabela 3. Eksploatacione rezerve i kvalitet uglja za snabdevanje TE Pljevlja I i II

Ležište	Kateg. rezervi	Zm (t/m^3)	Billansne rezerve (t)	Eksploatacione = bilansne+5% (t .)	Wu (%)	P (%)	Su (%)	DTE (kJ/kg)
POTRLICA	$A+B+C_1$	1.36	41213828	43274519	28.25	23.83	1.28	10188
KALUŠIĆI	$A+B+C_1$	1.45	15047143	15799500	27.09	36.46	1.43	7578
MATARUGE	C_1	-	7500000	7875000	34.78	26.64	1.05	7891
GLISNICA	B	1.37	1701343	1786410	36.45	21.3	2.4	8937
OTILOVIĆI	B+C1	1.32	3421248	3592310	37.42	13.7	0.8	10010
GREVO	C1	1.31	2281807	23959897	39.99	15.14	0.96	11850
UKUPNO		1.31	71165369	74723636	29.57	26.12	1.29	9 415

Maočki basen uglja

Maočki ugljeni basen nalazi se na oko 30 km jugoistočno od Pljevalja i po veličini i rezervama uglja najveći je u opštini Pljevlja. Zahvata površinu oko 10 km^2, pri čemu se glavni ugljeni sloj prostire na površini od oko 6.5 km^2.

Po Elaboratu o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi uglja, sa stanjem 31.12.1986. godine, bilansne rezerve uglja u ovom basenu su oko 110 miliona tona, količina otkrivke 497 miliona $čm^3$, pa je srednji koeficijent otkrivke Ko = 4.53 m^3/t.

Kako je maočki ugljeni basen u energetskoj koncepciji države poseban i cjeloviti projekat, to ovaj rad ne obrađuje isti.

Kratka analiza istraženosti ležišta i termoenergetski potencijal

Stepen istraženosti uglja u ležištima pljevaljske opštine, a koja su predmet obrade ovim radom, je veoma visok, pa pouzdanost podataka rezervi uglja omogućava definisanje termo-energetskih potencijala. Na to ukazuje činjenica da su iskazani podaci o količinama i kvalitetu uglja definisani kroz kategorije:

A+B……...83%

C……...….17%

Na bazi geoloških rezervi definisane su bilansne i eksploatacione rezerve koje iznose:

- bilansne .....82,188,446 t
- eksploatacione ..... 86,297,868 t
- kvalitet eksploatacionih rezervi …..... 9,415 kJ/kg

Termoenergetski potencijal za ova ležišta iznosi:

E_{p1} = DTE (MJ/kg) * P * 10^9 (kg)

E_{p1} = 9.415 (MJ/kg) * 86 * 10^9 (kg) = 809,690 * 10^9 (MJ)

Kako je MJ = 1/3.6 kWh = 0,2778 kWh

E_{p1} = 809,690 * 10^9 * 0.2778 = 225TWh

Sa stepenom iskorišćenja sagorljivih materija od 0.39, proizvodnja električne energije iznosi 87.7 TWh.

Rudarsko-geološki i rudarsko-tehnološki uslovi eksploatacije u ležištima omogućavaju površinsku eksploataciju i uslovljavaju primjenu diskontinualnog i kombinovanog sistema otkopavanja uglja i otkrivke.

3. DINAMIKA SNABDIJEVANJA UGLJEM BLOKA I i BLOKA II TE PLJEVLJA

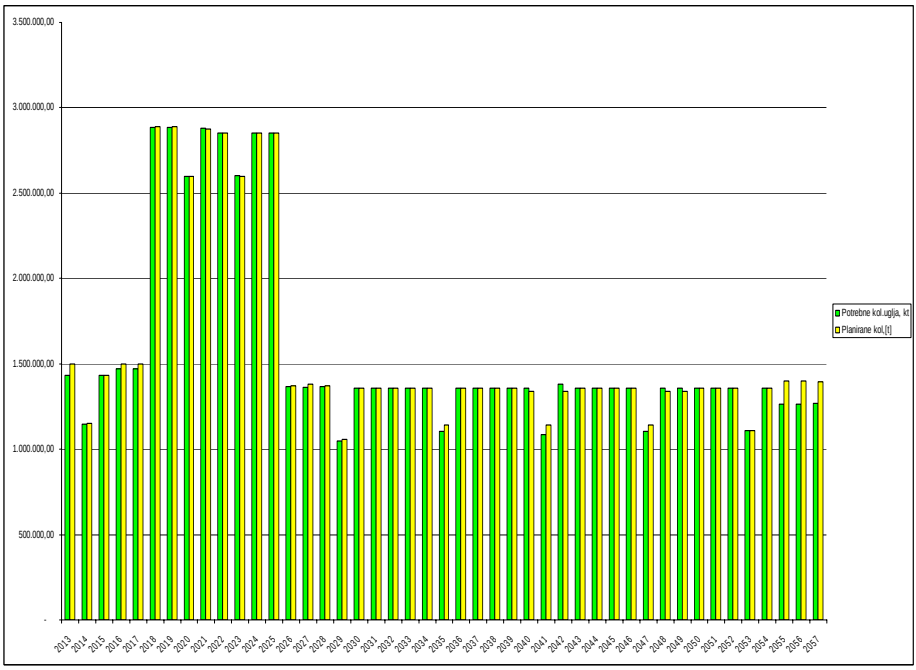
Predloženi redosled i dinamiku eksploatacije opredjelili su:

- nastavak eksploatacije sa postojećih kopova,
- kvalitet uglja u ležištima predviđenim za eksploataciju,
- mogući razvoj kapaciteta u ležistima sa ujednačenim kvalitetom i
- procjena manjih ulaganja.

Centralno ležište je Potrlica koje ima i najveće rezerve uglja. Ležišta Mataruge i Kalušiće su sa značajnim rezervama uglja, ali slabijeg kvaliteta, pa se ne može vršiti paralelna eksploatacija uglja sa ovih ležišta. Razlog zašto se prvo dinamički otvara ležište Mataruge, a ne Kalušići prvenstveno je uslovljen investicionim ulaganjima.

Ležište Kalušići je nastavak ugljenog sloja ležišta Potrlica. Napredovanjem fronta rudarskih radova izvršiće se otvaranje ležišta Kalušići čime će investiciona ulaganja biti znatno manja.

Na Dijagramu 1 prikazana je proizvodnja i potrošnja uglja u periodu od 2013. do 2057. godine, a predložena dinamika eksploatacije prikazana je u Tabeli 4.



Dijagram 1. Proizvodnja i potrošnja uglja u periodu 2013. - 2057. godina

Tabela 4. Predložena dinamika eksploatacije

Snaga na pragu TEP-I,	199
Snaga na pragu TEP-II,	203
Sati rada TEP-I godiš	7000
Neto efikasnost TEP	31%
Sati rada TEP-II godiš	7500
Neto efikasnost TEP-	39%

	Potrlica	Kalušići	Otilovići	Grevo	Glisnica	Mataruge	srednja vrijednost
DTE [kJ/kg]	10.697	7.957	10.510	12.442	9.384	8.350	10.202
P [%]	23,83	36,46	13,7	20,3	36,45	26,64	24,63
Wu [%]	28,38	27,09	37,42	29,33	21,3	34,78	30,01
S [%]	1,17	1,43	1,32	1,43	2,4	1,05	1,38
Bilansne rezerve [t]	41.213.828	15.047.143	3.421.248	2.281.807	1.701.343	7.500.000	71.165.369
bilansne uvecane 5%[t]	43.274.519	15.799.500	3.592.310	2.395.897	1.786.410	7.875.000	74.723.637
DTE osir. uglja [kJ/kg]	10.188	7.578	10.010	11.850	8.937	7.952	9.415

GODINA	Potrebna energija za TEP-I, GJ	Potrebna energija za TEP-II, GJ	Ukupna energija za TEP, GJ	Potrebne kol.uglja, kt	UGALJ [t]	Potrlica	Kalušići	Otilovici	Grevo	Glisnica	Mataruge	DTE [kJ/kg]	S [%]
2013	14.599.538,71		14.599.538,71	1.433,01	1.500.000	1.500.000						10.188	1.28
2014	11.679.630,97		11.679.630,97	1.146,41	1.150.000	1.150.000						10.188	1.28
2015	14.599.538,71		14.599.538,71	1.433,01	1.435.000	1.435.000						10.188	1.28
2016	14.599.538,71		14.599.538,71	1.469,21	1.500.000	1.200.000				300.000		9.937	1,51
2017	14.599.538,71		14.599.538,71	1.469,21	1.500.000	1.200.000				300.000		9.937	1,51
				6.950,86	**7.085.000**	**6.485.000**				**600.000**		**10.081**	1,38
2018	14.599.538,71	12.683.596,15	27.283.134,86	2.885,27	2.890.000	1.500.000		340.000		300.000	750.000	9.456	1,01
2019	14.599.538,71	12.683.596,15	27.283.134,86	2.885,27	2.890.000	1.500.000		340.000		300.000	750.000	9.456	1,01
2020	11.679.630,97	12.683.596,15	24.363.227,12	2.597,91	2.600.000	1.250.000		300.000		300.000	750.000	9.378	0,99
2021	14.599.538,71	12.683.596,15	27.283.134,86	2.881,31	2.876.000	1.600.000		250.000		276.000	750.000	9.469	1,01
2022	14.599.538,71	12.683.596,15	27.283.134,86	2.851,50	2.850.000	1.600.000		500.000			750.000	9.568	1,14
2023	14.599.538,71	10.146.876,92	24.746.415,63	2.602,97	2.600.000	1.330.000		520.000			750.000	9.507	1,12
2024	14.599.538,71	12.683.596,15	27.283.134,86	2.851,50	2.850.000	1.600.000		500.000			750.000	9.568	1,14
2025	14.599.538,71	12.683.596,15	27.283.134,86	2.851,50	2.850.000	1.600.000		500.000			750.000	9.568	1,14
				22.407,23	**22.406.000**	**11.980.000**		**3.250.000**		**1.176.000**	**6.000.000**	**9.497**	1,07
2026		12.683.596,15	12.683.596,15	1.366,77	1.370.000	630.000		200.000			540.000	9.280	1,12
2027		12.683.596,15	12.683.596,15	1.364,56	1.382.000	700.000		142.000			540.000	9.295	1,14
2028		12.683.596,15	12.683.596,15	1.365,30	1.370.000	820.000					550.000	9.290	1,19
2029		10.146.876,92	10.146.876,92	1.049,53	1.055.000	810.000					245.000	9.668	1,23
2030		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2031		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2032		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2033		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2034		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2035		10.146.876,92	10.146.876,92	1.105,32	1.140.000	700.000	440.000					9.180	1,34
2036		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2037		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2038		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2039		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2040		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.340.000	900.000	440.000					9.343	1,33
2041		10.146.876,92	10.146.876,92	1.086,04	1.140.000	700.000	440.000					9.343	1,34
2042		12.683.596,15	12.683.596,15	1.381,66	1.340.000	900.000	440.000					9.180	1,33
2043		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2044		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2045		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2046		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2047		10.146.876,92	10.146.876,92	1.105,32	1.140.000	700.000	440.000					9.180	1,34
2048		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.340.000	900.000	440.000					9.343	1,33
2049		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.340.000	900.000	440.000					9.343	1,33
2050		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2051		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2052		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2053		10.146.876,92	10.146.876,92	1.108,58	1.110.000	670.000	440.000					9.153	1,34
2054		12.683.596,15	12.683.596,15	1.357,55	1.360.000	920.000	440.000					9.343	1,33
2055		12.683.596,15	12.683.596,15	1.266,08	1.400.000		600.000		800.000			10.018	1,43
2056		12.683.596,15	12.683.596,15	1.266,08	1.400.000		600.000		800.000			10.018	1,43
2057		12.683.596,15	12.683.596,15	1.266,21	1.395.000		600.000		795.000			10.017	1,43
				41.882,47	**42.382.000**	**24.970.000**	**12.800.000**	**342.000**	**2.395.000**		**1.875.000**	**9.280**	1,32
SUM	**183.954.187,74**	**492.123.530,77**	**676.077.718,51**	**71.240,56**	**71.873.000**	**43.435.000**	**12.320.000**	**3.592.000**	**2.395.000**	**1.776.000**	**7.875.000**	**9410**	

4. PROIZVODNA CIJENA UGLJA

Proizvodna cijena uglja rađena je na osnovu dinamike proizvodnje, definisanog kapaciteta, vijeka rada kopa, procjene troškova otkopavanja uglja i otkrivke i investicionih ulaganja. Ni nakon sveobuhvatnog sagledavanja svih uslova eksploatacije, ne treba očekivati značajne oscilacije cijena uglja. Rekapituacija proizvodne cene uglja prikazana je u Tabeli 5.

Tabela 5. Rekapitulacija proizvodne cene uglja u EUR

LEŽIŠTE	POTRLICA	KALUŠIĆI	OTILOVIĆI	BAKRENJAČE	MATARUGE	GLIBNICA
eksplo.rezerve (t)	43.274.519	15.799.500	3.592.050	1.398.929	7.875.000	1.786.410
dte (kj/kg)	10.188	7.578	10.010	9.806	7.891	8.937
prodajna cijena uglja po kvalitetu	28,37	21,10	27,87	27,31	21,97	24,89
prihodi od prodaje uglja	1.227.698.104	333.369.450	100.110.433	38.204.751	173.013.750	44.463.744
materijalni troškovi	5.92	3,90	6,95	3,89	4,31	5,70
amortizacija	2,57	3,08	2,42	0,95	1,37	1,49
investiciono održavanje	0,80	0,96	0,76	0,30	0,41	0,47
premije osiguranja	0,48	0,57	0,49	0,19	0,31	0,28
troškovi rada	8,19	3,43	4,04	2,07	2,81	3,23
kamate	0,95	1,36	0,91	1,46	0,60	1,15
otplate kredita	4,27	7,46	4,09	6,54	2,71	5,17
troš. koncesione naknade	1,58	0,80	0,96	0,95	0,85	0,89
troš. zaštite živ.sredine	0,13	0,42	0,22	0,22	0,15	0,28
ostali troškovi	0,25	0,22	0,20	0,16	0,14	0,19
proizvodna cij. uglja eura/toni	25,14	22,20	21,05	16,72	13,66	18,85
bruto dobit	3,23	-1,10	6,82	10,59	8,31	6,04
porez na dobit	0,29	-	0,61	0,95	0,75	0,54
neto dobit	2,94	-	6,21	9,64	7,56	5,50
ukupne investicije	64.072.700	30.511.175	12.287.868	9.815.550	20.375.975	7.764.995
samo eksproprijacija	6.193.300	10.126.500	1.980.000	5.715.000	9.755.000	1.985.000
proizvodna cijena uglja eura/gj	2,47	2,93	2,10	1,70	1,73	2,11

Napomena: Ležište Grevo nije obuhvaćeno kalkulacijom cijena iz razloga što sa ležištem Potrlica čini jedinstveno ležište i što će se eksploatacija uglja na ovom ležištu nastaviti nakon završetka eksploatacije na kopu Potrlica.

Iz urađene kalkulacije proizvodna cijena različita je po ležištima i kreće se od 13.66 €/t do 25.14 €/t odnosno od 1.70 €/GJ do 2.93 €/GJ.

U strukturi cijene izraženo je veliko učešće troškova kapitala jer uslovi kreditiranja proizvodnje na ovim tranzitnim prostorima još uvijek izlaze iz okvira ekonomske logike. Jedna od anomalija, koja se pojavljuje, je i to da su u većini slučajeva materijalni troškovi manji od troškova kapitala.

Razlika u proizvodnim cijenama na pojedinim lokalitetima dozvoljava kombinovanje eksploatacije kako bi se dobila najoptimalnija proizvodnja po svim parametrima, prvenstveno kvalitetom i cijenom.

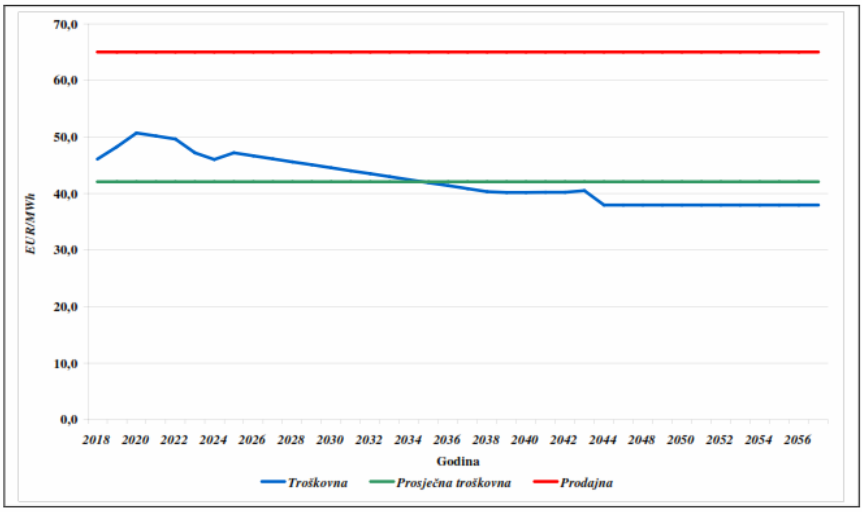
5. TROŠKOVNA, PROSJEČNA TROŠKOVNA I PRODAJNA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Studijom opravdanosti izgradje bloka II TE Pljevlja izvršena je ekonomska ocjena opravdanosti izgradnje, gdje je pored proizvodnje električne energije predviđena i proizvodnja toplotne energije za toplifikaciju grada Pljevalja.

Prosječne cijene proizvodnje električne i toplotne energije u radnom vijeku bloka II TE Pljevlja prikazane su u Tabeli 6 i na Dijagramu 2 troškovna, prosječna troškovna i prodajna cijena električne energije, pri čemu su troškovi uglja računati po cijeni od 2.1 €/GJ.

Tabela 6. Prosječne proizvodne cijene električne i toplotne energije:

Cijena uglja	€/GJ	2.1
Prosječna proizvodna cijena električne energije	€/MWh	42.1
Prosječna proizvodna cijena toplotne energije	€/MWh$_t$	7.68



Dijagram 2. Troškovna, prosječna troškovna i prodajna cijena električne energije

Na bazi ocjene tržišne osjetljivosti u narednoj Tabeli 7. data je proizvodna cijena električne enerije u zavisnosti od cijene uglja.

Tabela 7. Proizvodna cijena električne energije i IRR u funkciji cijene uglja

Cijena uglja, €/GJ	Proizvodna cijena, €/MWh	IRR
2,1	42.1	9.8
2,4	44.8	9.0
2,7	47.5	8.2
3,0	50.1	7.4

6. UMJESTO ZAKLJUČKA

Stepen istraženosti uglja u pljevaljskoj opštini je veoma visok, a pouzdanost podataka rezervi uglja omogućava definisanje termo-energetskih potencijala.

Na to ukazuje činjenica da su iskazani podaci o količinama i kvalitetu uglja definisani kroz kategorije:

A+B……...83%
C……...….17%

Na bazi geoloških rezervi definisane su bilansne i eksploatacione rezerve koje iznose:

- bilansne .....82,188,446 t
- eksploatacione ..... 86,297,868 t
- kvalitet eksploatacionih rezervi……..... 9,343 kJ/kg

Rudarsko-geološki i rudarsko-tehnološki uslovi eksploatacije u ležištima uslovljavaju primjenu diskontinualnog i kombinovanog sistema otkopavanja uglja i otkrivke.

Cijena uglja u funkciji je rudarsko geoloških uslova i razlikuje se po ležištima a kreće se u rasponu od 13.66 €/t do 25.14 €/t, odnosno 1.70 €/GJ do 2.93 €/GJ.

Za potrebe potencijalne izgradnje bloka II TE Pljevlja, nisu sporne rezerve i kvalitet uglja u pljevaljskim ugljenim basenima.

Za potencijalnu izgradnju bloka II TE Pljevlja predložena je dinamika razvoja proizvodnje i redosled eksploatacije sa proizvodnom cijenom uglja.

Izgranjom bloka II TE Pljevlja stvorile bi se bolje mogućnosti za proizvodnju toplotne energije i toplifikaciju grada Pljevalja. Očekivani efekti toplifikacije su:

- Smanjene količine sagorijevanja uglja u gradu u ložištima sa niskim stepenom iskorišćenja koji rade bez uređaja za zaštitu okoline od zagađenja;
- Povećava se kvalitet grijanja u odnosu na postojeći;
- Tehno-ekonomski efekti su značajni kako na nivou TE tako i na nivou EES;
- Snižava se nivo štetnih materija i značajno poboljšava kvalitet životne sredine.

Izgradnja bloka II TE, Pljevlja uklapa se u međusobno povezane strateške ciljeve svjetskog razvoja energetike u XXI vijeku za ostvarivanje održivog razvoja.

Pristupačnost energije, njena raspoloživost i prihvatljivost predstavljaju koncepte koji se međusobno prožimaju i na lokalnom i globalnom nivou i

samo istovremenim ispunjavanjem sva tri zahtjeva energetski izvori mogu da obezbijede koncept održivog razvoja.

Kad je u pitanju strateški razvoj proizvodnje uglja i električne energije iz uglja, predloženi razvoj proizvodnje je u okvirima definisanim razvojem energetike koja je u cilju značajnog unapređivanja postojećeg stanja u Crnoj Gori.

US Energy Information Administration (EIA) je objavila publikaciju International Energy Outlook u kojoj je urađena projekcija sa slijedećim osnovnim parametrima:

- Da će potrošnja električne energije na svjetskom nivou porasti za 56% do 2040. godine;
- Da će rast uglavnom biti podstaknut razvojem ekonomija u nastajanju, uključujući i povećanje standarda života u Kini;
- Da će svjetska neto proizvodnja električne energije do 2040. godine porasti za
- Zapanjujućih 93%, sa 20.2 biliona kWh u 2010. na 39 biliona kWh;
- Da će obnovljivi izvori energije biti najbrže rastući izvor proizvodnje električne
- Energije sa rastom od 2.8% godišnje do 2040.godine;
- Da će prirodni gas i nuklearna energije biti drugi najbrže rastući izvori energije, uz povećanje od 2.5% godišnje do 2040. godine;
- Da će proizvodnja elektrana na ugalj i dalje biti najveći svjetski izvor električne energije do 2040. godine, uprkos povećanju od samo 1.8% godišnje.

EIA napominje da će budućnost uglja, kao energetskog izvora, najviše zavisiti od nacionalnih politika ili međunarodnih ugovora koji su usmjereni ka ograničavanju emisija štetnih gasova.

Prema projekcijama EIA ukupna potrošnja uglja trebala bi da raste za 1.3% godišnje, od čega će Kina, SAD i Indija biti zadužene za oko 75% globalne potrošnje. Kina bi prema njihovom izvještaju preuzela prvo mjesto sa čak 55% globalne potrošnje uglja, dok će Indija trošiti 10.2%, a SAD 9.2%.

LITERATURA

1. Tehnička i ekonomska dokumentacija Rudnika uglja A.D. Pljevlja;
2. Studija opravdanosti izgradnje bloka II TE Pljevlja.

IZMEŠTANJE DELA KORITA REKE PEŠTAN U SVRHU OTVARANJA NOVOG POVRŠINSKOG KOPA POLJE E - KOLUBARSKI UGLJONOSNI BASEN

PESTAN RIVERBED REPLACING FOR OPENING PHASE OF NEW OPEN PIT E - KOLUBARA COAL BASIN

Stevanović-Petrović N.[1], Stojanović S.[2], Cojić M.[3]

Apstrakt

Tok reke Peštan u sadašnjem prirodnom stanju protiče duž sopstvene aluvijalne ravni približno pravcem istok-zapad duž južnog dela eksloatacionog Polja E koji je zamenski kop površinskog kopa Polje D. Obzirom da protiče preko eksploatacionog polja, izmeštanje i regulacija prirodnog vodotoka je neophodna radi korišćenja prostora za eksploataciju uglja.

Ključna reč: površinski kop, izmeštanje i regulacija reke

Abstract

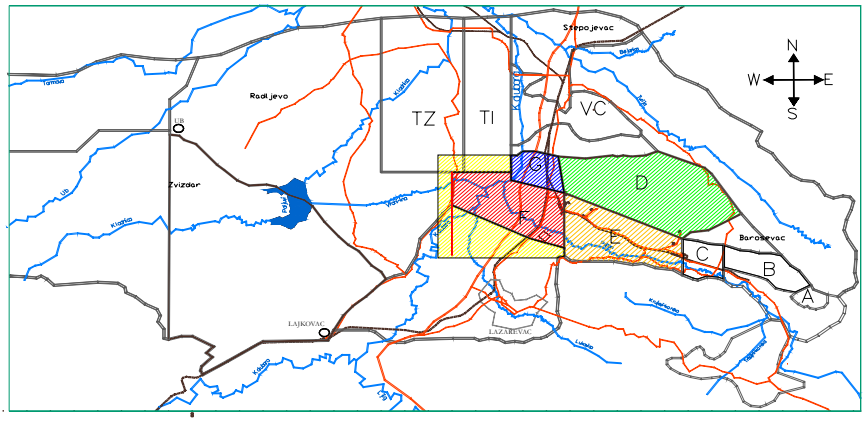
The river Pestan flow in current state is running along its alluvial plate, approximately in east-west direction, along the southern side of the new mining Field E. The new open pit Field E is a substitute capacity for long lasting open pit Field D. Considering that the river is going over the exploitation field, its replacing and flow regulation is necessary due to undisturbed mining operations.

Key words: open pit, coal, riverbed, replacing, river regulation

[1] Stevanović-Petrović Nadežda, PD RB Kolubara, Lazarevac
[2] Stojanović Slavica, PD RB Kolubara, Lazarevac
[3] Cojić Miloš, PD RB Kolubara, Lazarevac

1. UVOD

Ležište uglja Polje E nalazi se u jugoistočnom delu Kolubarskog basena i zauzima prostor između Polja F na zapadu, Polja D na severu i Polja C na istoku (Slika 1).

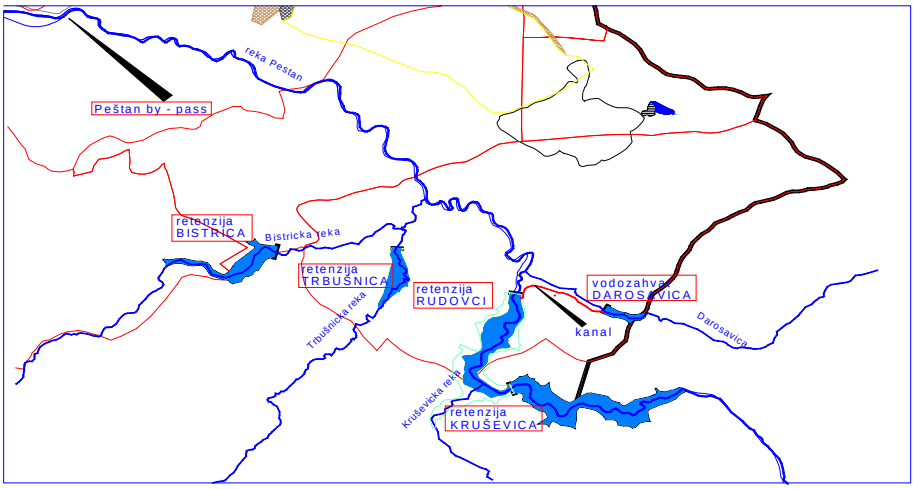


Slika 1. Pregledna karta kolubarskog ugljonosnog basena

Polje E zauzima najniže delove terena u celom istočnom produktivnom delu Kolubarskog basena jer se nalazi u dolini reke Peštan koja se nalazi između kote 119 m u uzvodnom istočnom delu i kote 98,9 m kod ušća u reku Kolubaru. Sama reka Peštan na svom toku od 30 km se spušta za oko 600 m pa kao posedica toga ima bujični tok koga karakteriše kratko vreme koncentracije odnosno nagli nastanak poplavnih talasa i njihovo kratko trajanje.

Imajući u vidu veliko slivno područje reke Peštan, koja je bujičnog karaktera u kišnom periodu, dubinu površinskog kopa i nepovoljan ugljeni sloj sa rekom koja je na ivici kopa, neophodno je kontrolisati proticaj ove reke. To se postiže izradom manjih brana na svojim pritokama sa kontrolisanim ispuštanjem vode posle udarnog poplavnog talasa

Ključne objekte za kontrolu poplavnih voda reke Peštan čine sistem od četiri retenzije na Peštanu i njegovim pritokama, lociranim uzvodno od Polja E, koje u potpunosti prihvataju poplavne talase do hiljadugodišnjeg i kontrolu rečnih doticaja u zonu Polja E do uliva Burovačke reke. To su retenzije Rudovci i Kruševica na Peštanu kao retenzije na pritokama Trbušnica, na Trbušničkoj reci i Bistrica na Bistričkoj reci kao i vodozahvat Darosavica (Slika 2).



Slika 2. Retenzije na reci Peštan

Retenzije su dimenzionisane tako da aktivnom zapreminom prihvataju hiljadugodišnju veliku vodu, a bez prelivanja prihvataju stogodišnju veliku vodu. To znači da će se retenzije, posle svakog poplavnog talasa postepeno prazniti kontrolisanim ispuštanjem vode i na taj način ispražnjene čekati nailazak sledeće poplave. Ovakav režim rada će biti na snazi sve dok postoji potreba za zaštitom kopa od poplavnih voda reke Peštan. Posle završetka eksploatacije uglja na površinskom kopu Polje E uzvodne retenzije se zatvaranjem ispuštaju i pretvaraju u akumulaciju za snabdevanje privrede ili stanovništva vodom.

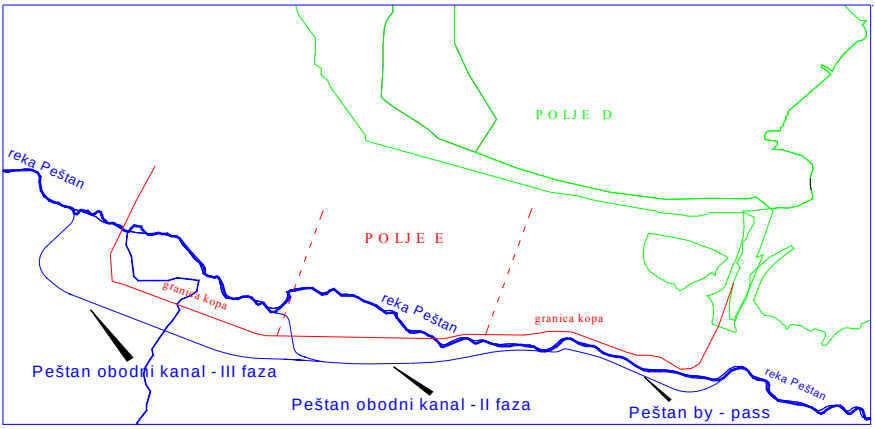
2. TEHNIČKO REŠENJE ZA IZMEŠTANJE REKE PEŠTAN

Pošto se na planiraniom prostoru razvoja površinskog kopa Polje E nalazi korito reke Peštan, to je njeno izmeštanje i regulacija neminovna radi ustupanja prostora za površinsku eksploataciju uglja (Slika 3).

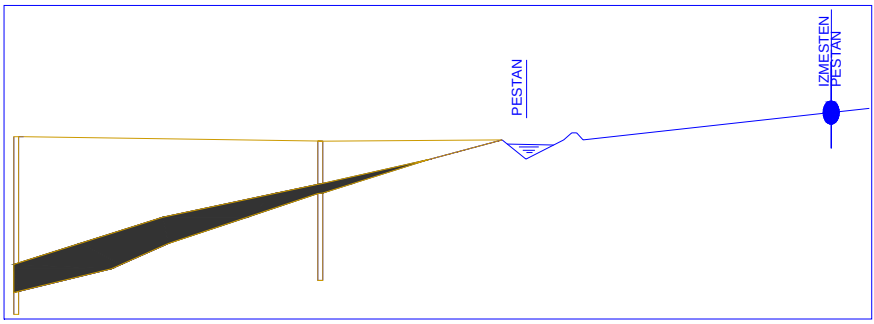
U zavisnosti od položaja završne južne kosine površinskog kopa određuje se i položaj izmeštenog rečnog korita. Pri ovom sagledavanju moraju biti ispunjeni sledeći uslovi:

- da korito reke Peštan leži van izdanka ugljenog sloja (Slika 4),
- da korito reke Peštan može da primi max. 10^3 vode (protok od cca 150 m^3/s) , a da kontrolna na desno-obalnom nasipu bude 10^4,
- da korito reke Peštan bude udaljeno od južne granice površinskog kopa min 180 m,
- da korito reke bude zaglinjeno i da se spreči hidraulička veza korita reke Peštan i pratećih naslaga ugljenog sloja,
- da se izmeštanjem rečnog toka ima u vidu da korito reke Peštan mora da prihvati sve povremene površinske tokove,

- da se izmeštanje po mogućnosti izvrši etapno,
- da se izmeštanje u svom donjem toku uključi pod most na putu Vreoci-Lazarevac (u regulisan deo donjeg toka korita reke Peštan).



Slika 3. Položaji izmeštenog rečnog korita reke Peštan



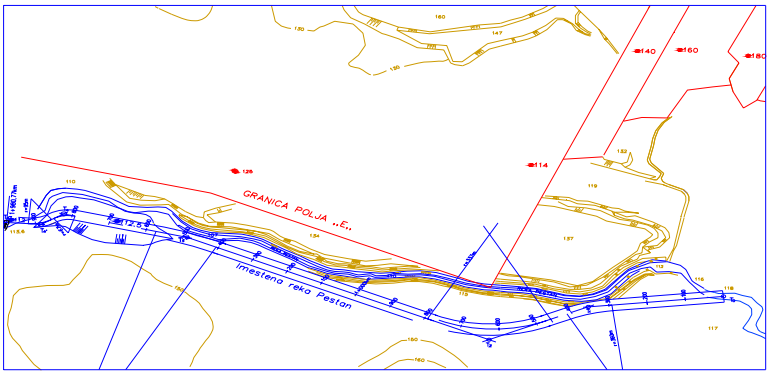
Slika 4. Geološki profil 31-31'

Pošto se južna granica Polja E u pojedinim deonicama nalazi ispod brda, prostor za izmeštanje korita reke Peštan je nedovoljan to se mora prvo uraditi zasek odnosno usek, sa koga bi se moglo uraditi korito.

Izmeštanje rečnog korita se izvodi u etapama-deonicama (I, II, III deonica) u zavisnosti od dinamike napredovanja rudarskih radova.

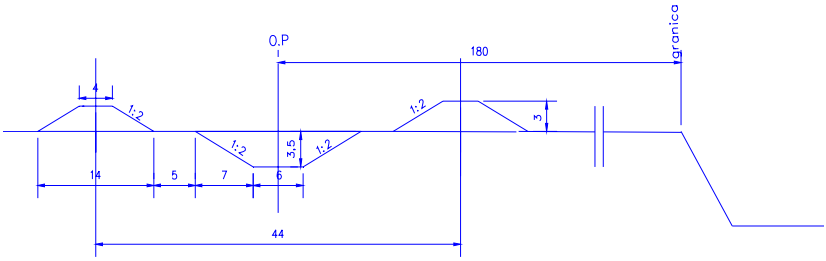
2.1. Prva faza izmeštanja reke Peštan

Sa prvim rudarskim radovima na površinskom kopu Polje E biće izmešten deo korita reke Peštan Ovaj izmešten deo korita, takozvani by pass, je u punom profiju sa širinom dna korita 6 m i nagibom obala 1:2. Izmešten deo korita reke počinje od tačke T_0 do tačke $T_{4''}$ u dužini 1980,77 m (Slika 5).



Slika 5. Izmešteno korito reke Peštan-Ifaza

Nasip reke Peštan počinje od tačke T_0 i prati korito sa osnim odstojanjem od oko 44 m. Visina desne strane nasipa je 3,0 m, a leve od 2,5 m. Profil osnovnog korita $P_1 = 56\ m^2$, a profil korita za veliku vodu je $P_{MIN} = 156\ m^2$ (Slika 6).



Slika 6. Karakteristični profil - I faza reke Peštan

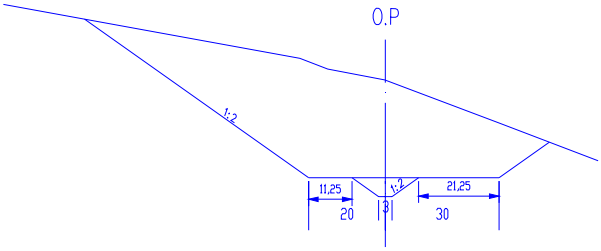
U slučaju velikih padavina od 10^3 godišnjih voda reke Peštan, desno - obalni nasip štiti kop, tako da ne postoji opasnost po sigurnost površinskog kopa Polja E.

Za pripremu trase za izmeštanje I deonice reke Peštan biće angažovan buldozer, a na delu gde osa korita preseca uzvišenja terena (od stacionaže 1+550 km do 1+900 km) biće angažovan bager dreglajn EŠ-5/45 koji će napraviti zasek za izmeštanje reke. Izrada korita reke Peštan i nasipa radiće se bagerom EŠ-5/45.

2.2. Druga faza izmeštanja reke Peštan

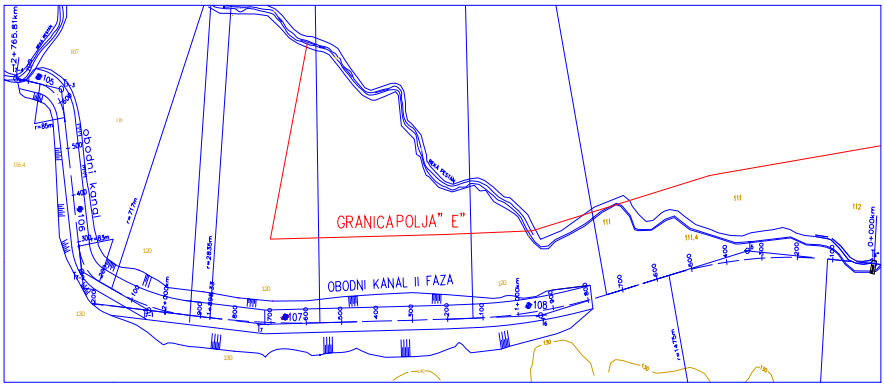
Sa napredovanjem rudarskih radova prema zapadu stvaraju se uslovi za realizaciju druge faze izmeštanja reke Peštan.

Druga faza je kanal manjih dimenzija sa širinom dna 3 m i nagibom obala 1:2, koji služi za prihvatanje vode sa međusliva, vode koje se ispumpavaju iz površinskog kopa, kao i vode od kontrolisanog ispuštanja protoka iz uzvodnih retenzija. (Slika 7).



Slika 7. Karakteristični profil - II faza reke Peštan

Druga deonica počinje od tačke $T_{4'}$ do tačke T_{7-4} u dužini od 2+765,81 km. Priprema trase za izradu kanala reke Peštan II faza, od stacionaže 0+000 km do stacionaže 0+800 km biće izrađena buldozerom. Od stacionaže 0+800 km do 2+700 km biće urađen usek za izradu kanala, pošto u tom delu teren od južne granice znatno raste (Slika 8).



Slika 8. Obodni kanal - II faza

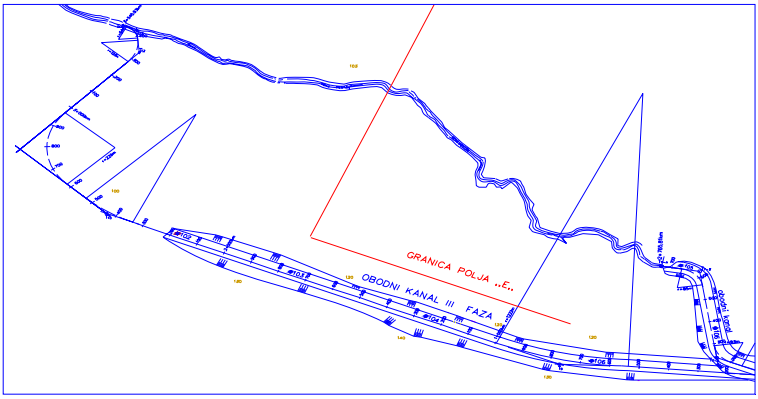
Za izradu useka biće angažovan bager C-700 u tandemu sa bandvagerom BRS $\frac{1600}{17.5+32.5} x 15$, a za izradu korita kanala reke Peštan biće angažovan bager rovokopačem M-250.

Kao i predhodna deonica i ova mora biti vodoodrživa, odnosno mora biti sprečena infiltracija vode u otkopani prostor.

2.3 Treća faza izmeštanja reke Peštan

Daljim napredovanjem površinskog kopa prema zapadu stvoriće se uslovi za izradu treće faze reke Peštan, koja počinje od stacionaže 1+898,33 km druge deonice u dužini od 3,545,93 km (Slika 9).

Na izradi useka za kanal kao i za izradu kanala biće angažovana ista mehanizagija kao u prethodnoj fazi.



Slika 9. Obodni kanal - III faza

Treća faza je kanal manjih dimenzija sa širinom dna 3 m i nagibom obala 1:2, koji služi za prihvatanje vode sa međusliva, vode koje se ispumpavaju iz površinskog kopa, kao i vode od kontrolisanog ispuštanja protoka iz uzvodnih retenzija.

3. ZAKLJUČAK

Izmeštanje i regulacija reke Peštan radi ustupanja prostora za otvaranje novog površinskog kopa Polja E po obimu i problematici daleko prevazilazi klasične zadatke iz oblasti regulacije vodotokova i to iz sledećih razloga:

- zahteva izmeštanje reke Peštan van sadašnje trase i dobrim delom i van sopstvenog aluvijona,
- zahteva kontrolu poplava aktivnim merama na delu toka uzvodno od prostora koji se štiti odnosno uzvodno od eksploatacionog područja,
- korito reke Peštan mora da bude vododrživo, odnosno odgovarajućim tehničkim rešenjima mora biti sprečena infiltracija vode iz rečnog korita u površinski kop,
- dislokacija, regulacija reke Peštan i kontrola poplava aktivnih mera u slivu prestavlja značajne zahteve koji i sami za sebe angažuju značajna finansijska sredstva.

LITERATURA

1. Studija: Opravdanost dislokacije kapitalnih infrastrukturnih objekata i rečnih tokova u funkciji razvoja površinske eksploatacije u Kolubarskom basenu (J. Černi 2005. godine)
2. Studija: Izbor ograničenja i otvaranja površinskog kopa Polja E za kapacitet od 12 miliona tona uglja godišnje (Kolubara-Projekt, 2005. godine)

UPRAVLJANJE KALITETOM UGLJA NA LEŽIŠTU RAŠKOVAC U EFT-RUDNIK I TERMOELEKTRANA STANARI D.O.O.

COAL QUALITY MANAGEMENT ON DEPOSIT RAŠKOVAC IN THE EFT-MINE AND THERMAL POWER PLANT STANARI LTD

Stojaković M.[1], Jakovljević I.[2], Blagojević T.[3]

Apstrakt

Ugalj je prirodna tvorevina nastala sedimentacijom, a zatim karbonizacijom biljne organske materije. Zbog različitih režima sedimentacije, kao i različitih uslova nastajanja ležišta uglja su više, ili manje nehomogene tvorevine. Da bi se zadovoljili zahtevi korisnika za što manjom varijacijom kvaliteta uglja sa jedne strane i maksimalnog iskorišćenja energije iz ležišta sa druge strane pribegava se upravljanju kvalitetom uglja. U suštini se radi o dva procesa koji se kombinuju. Jedan je selektivno otkopavanje transport i odlaganje korisne sirovine i jalovine, a drugi je proces homogenizacije. Potreba za upravljanjem kvalitetom uglja postoji kod diskontinualnog i kontinualnog sistema eksploatacije. Principi oba procesa su isti kod oba načina eksploatacije. Razlike su saglasne razlici karakteristika ova dva načina eksploatacije.

Ključne reči: ugalj, ekspoatacija, homogenizacija, kvalitet

[1] Milan Stojaković, dipl.inž.rud., EFT-Rudnik i termoelektrana Stanari d.o.o., Stanari, BiH-Republika Srpska
[2] Dr Ivica Jakovljević, dipl.inž.rud., EFT-Rudnik i termoelektrana Stanari d.o.o., Stanari, BiH-Republika Srpska
[3] Tatjana Blagojević, dipl.inž.geol., EFT-Rudnik i termoelektrana Stanari d.o.o., Stanari, BiH-Republika Srpska

Abstract

Coal is a natural product created by sedimentation, and then by carbonization of plant organic matter. Due to the different modes of sedimentation as well the different condition of creation, coal deposits are more or less heterogeneous formations. In order to meet requirements of consumer for as much as it is possible smaller variation of coal quality on the one hand, and maximum utilization of energy from the deposit on the other side, it resorts to the coal quality management. Basically, in question are two processes that are combined. One is selective mining, transportation and disposal of useful materials and overburden, and the second is the process of homogenization. The need to manage the coal quality exists in discontinuous and continuous mining systems. The principles of both processes are the same for both modes of mining. Differences are consistent to differences of these two modes of mining characteristics

Keywords: coal, mining, homogenization, quality

1. GEOGRAFSKO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽNOG PROSTORA

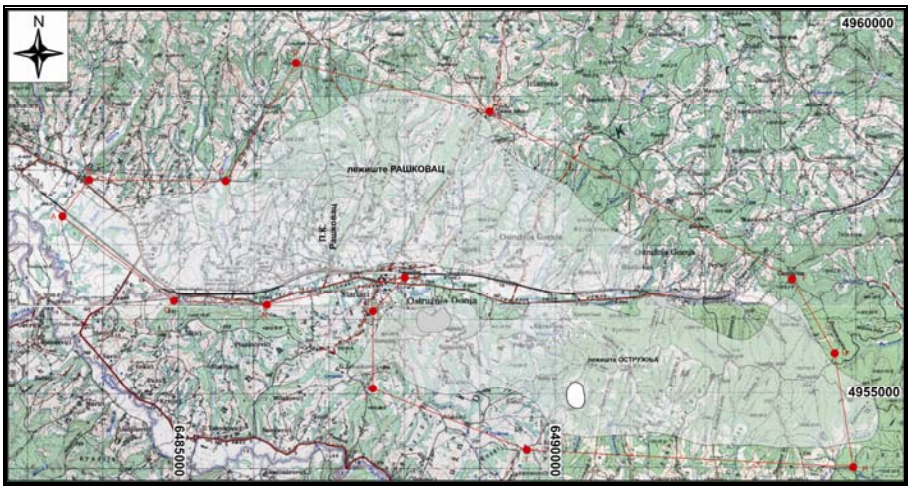
Ugljonosni basen Stanari nalazi se na oko 27 km zapadno od Doboja, na području planine Krnjin između reke Ukrine, Usore i Bosne. Produktivni ugljonosni sedimenti prostiru se na površini oko 50 km^2 sa dužom osom u pravcu Z-I. Vezu sa ostalim većim mestima ostvaruje preko regionalnog puta Doboj-Prnjavor-Banja Luka. Železničkom prugom koja prolazi kroz središnji deo stanarskog ugljenog basena, rudnik je povezan sa Dobojem i okolnim mestima. Kroz ugljonosni basen Stanara protiče rečica Ostružnja koja deli ugljonosni basen Stanara na *Severni i Južni ugljonosni blok*. *Severni deo basena*, je ležište Raškovac, a *Južni ugljonosni blok* stanarskog basena je ležište Ostružnja.

Na Slici 1 prikazana je topografska karta šireg područja Stanara sa prikazanim konturama eksploatacionog polja Stanari i položajem ležišta Raškovac i Ostružnja.

Najraniji geološki podaci o pojavama uglja u stanarskom basenu potiču od *Katzera* početkom XX-og veka. Osnovna geološka istraživanja vršena su u više etapa i to u periodu 1950-1957. godine i 1963-1967. godine. Dalji istražni radovi nastavljeni su u periodu 1971-1977. i 1989-1990. godine. Svim istražnim radovima, koji su uglavnom bili izvedeni u centralnom delu severnog dela basena i severnom delu južnog dela basena, dobijen je različit stepen istraženosti rezervi uglja u stanarskom basenu.

Otkopavanje uglja započeto je 1948. godine površinskim kopom u ležištu Raškovac. Na jamsku eksploataciju prešlo se 1955. godine, koja je trajala do

1975. godine u severnom delu basena (jame I, II, III i IV). Od 1974. godine proizvodnja uglja usmerena je na površinsku eksploataciju, kada je otvoren PK Raškovac koji radi i danas. U Tabeli 1 prikazana je prikazano ostvarenje proizvodnje otkrivke i uglja u 2012. godini.



Slika 1. Pregledna topografska karta šireg područja Stanara sa prikazanim položajem eksploatacionog polja i ležišta Raškovac i Ostružnja (izvor: TK: Derventa 424-2-3, 424-2-4, 424-4-1 i 424-4-2.)

Tabela 1. Proizvodnja otkrivke i uglja u 2012. godini

mesec	OTKRIVKA		UGALJ	
	ostvarenje	%	ostvarenje	%
I	629.053	137,049	92942	132,77
II	419.165	90,7284	100876	168,13
III	772.954	156,786	98164	163,61
IV	292.924	56,7682	91118	121,49
V	534.236	96,0856	47376	118,44
VI	674.790	309,537	76420	101,89
VII	763.053	181,679	92158	122,88
VIII	694.974	121,925	94249	125,67
IX	655.919	119,258	98471	115,85
X	673.775	124,773	89698	105,53
XI	618.457	121,744	106388	132,99
XII	307.259	60,4841	100068	142,95
Σ	**7.036.559**	**121,32**	**1.087.928**	**127,99**

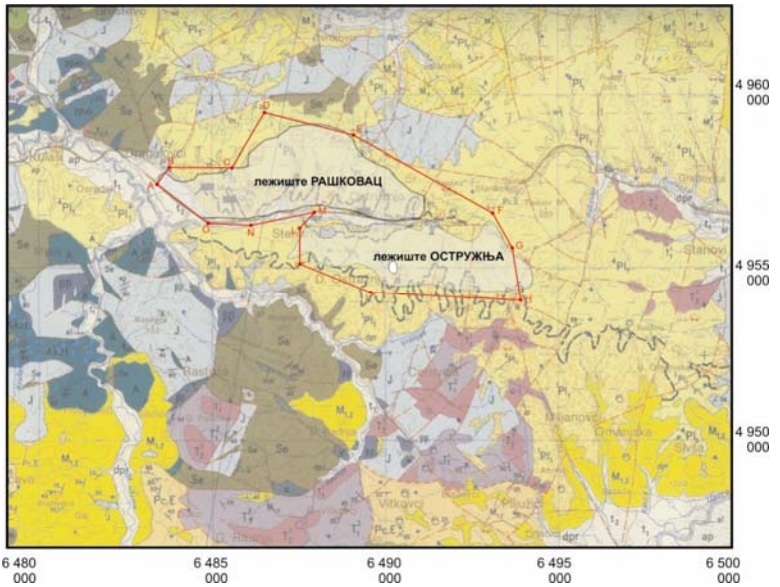
Današnja proizvodnja uglja se obavlja se diskontinualnim načinom (hidrauličnim bagerima). Transport uglja do separacije obavlja se kamionima Kamaz. Celokupna proizvodnja uglja plasira se drugim licima, ali je u fazi izgradnje nova TE Stanari snage 300 MW koja će se ugljem snabdevati iz

rudnika stanarskog basena. Pored površinskog kopa Raškovac ugalj se otkopava i na lokaciji kopa Dragalovci koji je u sastavu ležišta Raškovac.

Otkopavanje otkrivke obavlja se BTO sistemom. BTO sistem čine rotorni bager C-700 i bager dreglajn EŠ 5/45, dva etažna - jedan vezni, a drugi odlagališni transporter i odlagač. Odlaganje otkrivke se vrši u unutrašnje odlagalište.

2. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA UGLJA

Ležište Raškovac kao i šira okolina, izgrađeno je od stena različitog litološkog sastava. Ugljonosna pontska serija leži transgresivno preko paleoreljefa. Na Slici 2 je prikazana pregledna geološka karta.

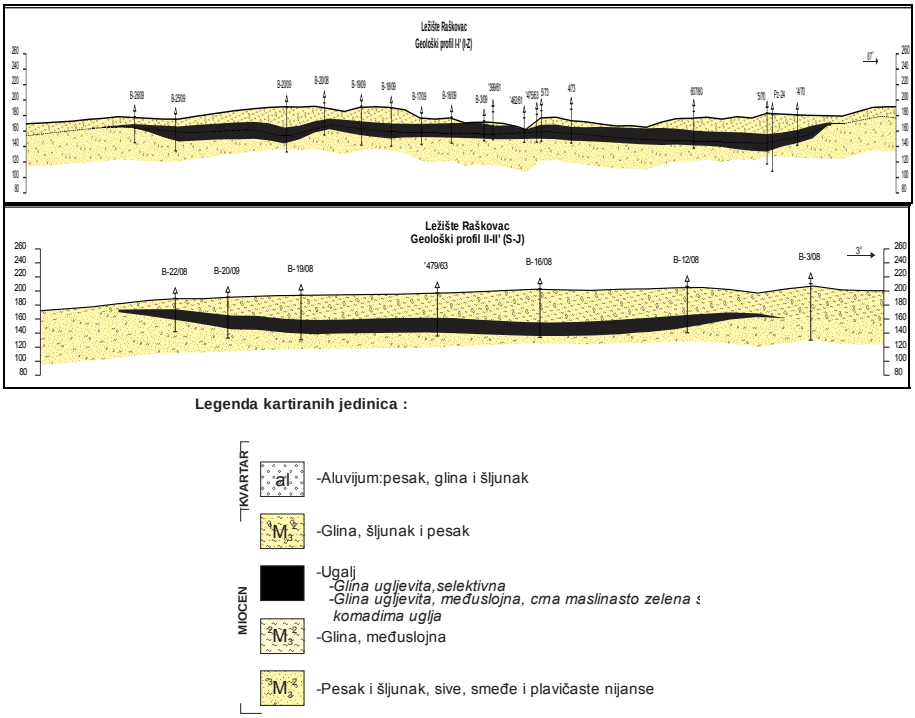


Slika 2. Pregledna geološka karta(Izvor: OGK List Derventa, 1:100,000)

Na osnovu rezultata geoloških istraživanja, utvrđeno je da ležište Raškovac grade sledeći litološki članovi, počev od površine terena:

- Sedimenti kvartara,
- Povlata ugljenog sloja.
- Ugljeni sloj,
- Podina ugljenog sloja.

Na Slici 3 su prikazani karakteristični geološki profili ležišta Raškovac pravca IZ i SJ.



Slika 3. Karakteristični profili na ležištu Raškovac (I-Z i S-J)

STAROST		GRAFIČKI PRIKAZ	Debljina (m) min-max / prosek	LITOLOŠKI OPIS
Kvartar		Q		Humus, peskovita glina,glinoviti i peskoviti šljunak
MIOCEN	Pont	M_3^2	0,20-86,31 / 27,00	Žuti i crveni prašinasti dositnozmi kvarcni pesak sa pojavom šljunka, gline, gvožđevitih peščara i slabo vezanih konglomerata
			0,16-33,50 / 8,17	Ksilitni i barski ugalj sa tanjim proslojcima zemljastog uglja, sive i svoplave gline, glinovitog i šljunkovitog peska i peskovitog šljunka
			0,80-77,60 / 8,26	Šljunak i pesak sa proslojcima gline

Slika 4. Geološki stub ležišta Raškovac

Na Slici 4 je prikazan karakteristični geološki stub ležišta Raškovac, sa litološkim opisom i debljinama slojeva. Stanarski ugljeni basen grade klastični i organogeni sedimenti u okviru pontskih tvorevina. Jalovinu u ležištu predstavljaju sedimenti povlate i međuslojne jalovine, neujednačene debljine.

3. ZAHTEVI KVALITETA I ASORTIMAN

Sadašnja proizvodnja uglja obavlja se na dve lokacije: površinski kop Raškovac i kop Dragalovci. Ugalj se prodaje trećim licima za potrebe proizvodnje struje: TE Tuzla i TE Krško, kao i za industrijske potrebe i potrebe stanovništva.

U zavisnosti od krupnoće ugalj se prodaje u 4 asortimana: komad I, komad II, kocka i energetski ugalj. Mogućnost plasmana uglja za treća lica zavisi od zakona ponude i potražnje. Osnovni parametri koji utiču na mogućnost plasmana su: kvalitet uglja, cena i udaljenost od potrošača, odnosno transportni uslovi.

Poznato je da je ležište lignita heterogenog sastava sa vrlo različitim osobinama uglja kao što je DTV, sadržaj sumpora, pepela, vlage itd. Zbog toga bi delovi ležišta sa lošijim osobinama od onih nametnutim tržišnim uslovima ostali neiskorišćeni.

Daleko je bolja situacija, sa stanovišta iskorišćenja ležišta, ukoliko se ugalj koristi za potrebe proizvodnje struje u TE. Tada je potrebno da se kotlovi TE projektuju prema karakteristikama uglja u ležištu. Tačnije rečeno srednja vrednost histograma raspodele kvaliteta uglja DTV je osnovni parametar za pozicioniranje karakteristike kotla TE. Takav pristup moguć je za maksimalno iskorišćenje ležišta, što je i cilj. Međutim, ukoliko se ugalj koristi za potrebe proizvodnje električne energije, ali i potrebe široke potrošnje situacija je malo komplikovanija. Široka potrošnja zahteva najkvalitetniji ugalj tako da se ležište osiromašuje. Na dijagramu raspodele DTV (Slika 6) bi to značilo da se oduzima desna strana gde je najkvalitetniji ugalj pa bi se srednja vrednost dijagrama DTV koji bi ostao za TE pomeriti u levo na lošijim partijama. Ovo implicira potrebu preciznije orijentacije načina rada, odnosno raspodele količina i kvaliteta uglja za TE i široku potrošnju.

Rudarsko-geološki uslovi koji vladaju u ležištu, položaj, prostiranje, debljina, način zaleganja ugljenog sloja, kao i zahtevi za određenim kvalitetom uglja opredelili su primenu diskontinualnog sistema na otkopavanju ugljene serije i kombinovanim načinom transporta uglja (kamionima i gumenim transporterima).

Raslojenost ugljenog sloja i prisustvo značajnih količina jalovine u sloju diktiraju primenu selektivnog rada, tako da se hidrauličnim bagerima kašikarima vrši otkopavanje uglja koji se utovara u kamione Kamaz i odvozi na separaciju. Otkopavanje i odvajanje međuslojne jalovine se takođe vrši hidrauličnim bagerima kašikarima, utovara u dampere i transportuje u unutrašnje odlagalište.

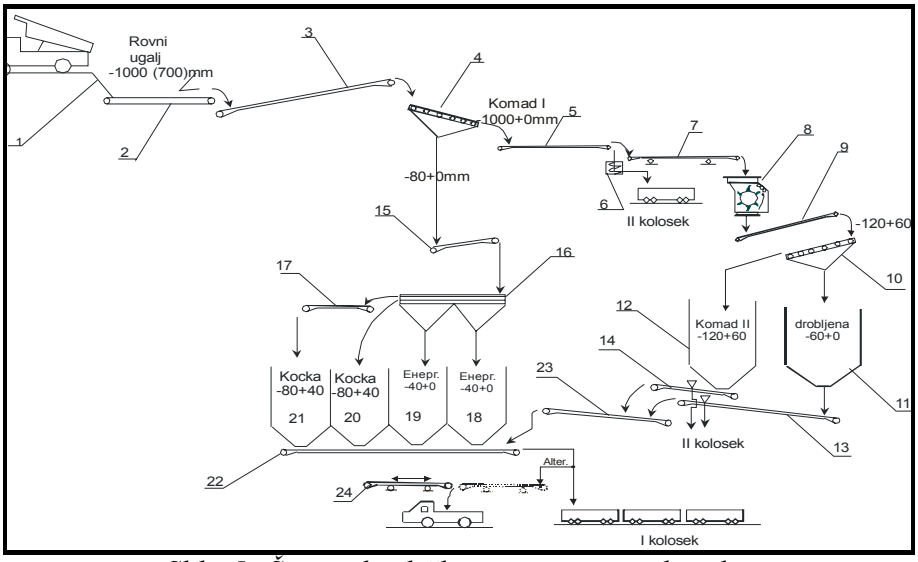
Na selektivno otkopavanje uglja su uticali pojava više proslojaka jalovine, debljina proslojaka, nagib sloja uglja i proslojaka, ravnomernost prostiranja i ukupna debljina sloja uglja.

U EFT-Rudnik i TE Stanari analiza kvaliteta uglja se vrši svakodnevno, ili periodično u toku godine. Uzorci rovnog uglja se uzimaju sa kopa metodom brazde, a zatim vrši mlevenje, sušenje i dalja priprema analitičkog uzorka za laboratorijsku analizu. Uzorci uglja za TE i Toplane se uzimaju periodično sa kopa i sa separacije, ili depoa i dalje vrši mlevenje, sušenje i priprema za laboratorijsku analizu.

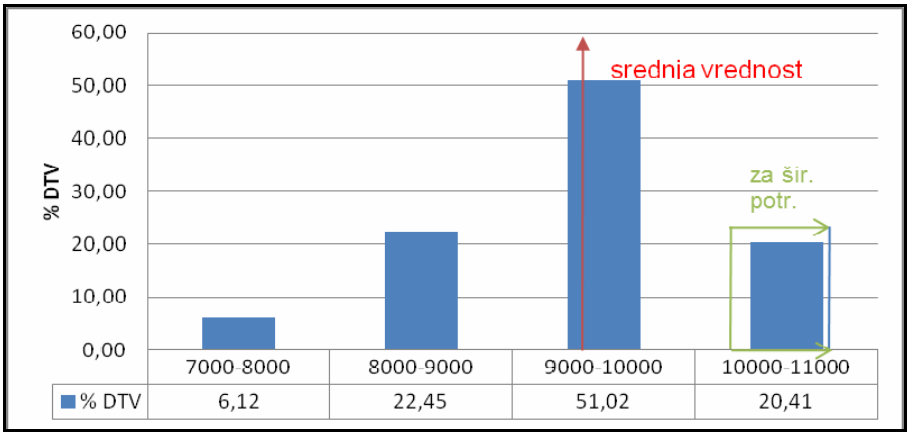
U cilju sistematičnosti uzorkovanja, izbora mesta kopanja i utovara uglja, tj. homogenizacije PK Raškovac je podeljen od severa ka jugu na 6 zona, 13 tačaka (A, α, B, β itd.), a svaka tačka iz 3 banka (osim tačake G (I banak)). Ove zone, kao i tačke su na terenu označene tablama. Širina zone je 150 m, a tačke 75 m. Uzorci se uzimaju na sredini tačaka, na svakih 50 m napredovanja u otkopavanju uglja, ka zapadu.

Rovni ugalj se otkopava sa željene tačke površinskog kopa Raškovac i odvozi kamionima Kamaz na separaciju, gde se vrši istresanje na navozištu.

Separacija uglja Stanari zasniva svoj rad na dve operacije pripreme mineralnih sirovina, klasiranju i drobljenju. Šema tehnološkog procesa prerade uglja je prikazana na Slici 5. Razlikujemo dve faze tehnološkog procesa u zavisnosti od rada drobilice sa povećanim, odnosno smanjenim zazorom.



Slika 5. Šema tehnološkog procesa prerade uglja



Slika 6. Dijagram raspodele DTV

Učešće DTV u kompozitima uglja uzetim iz jezgra bušotine na osnovu kojih se može raspodeliti deo koji će se koristiti za široku potrošnju na osnovu zahteva kupaca. Sa leve strane grafika su DTV uglja koji bi se sagorevao u budućoj TE. Mešanjem uglja različitih DTV dobija se ugalj odgovarajuće DTV (Slika 6).

4. PRINCIPI SELEKTIVNOG RADA

Upravljanje kvalitetom uglja ima za cilj obezbeđivanje kvaliteta i kvantiteta uglja za potrebe nesmetanog rada TE, ili nekog drugog potrošača iz ležišta, gde je taj kvalitet u vrlo širokim granicama, znatno širim od prethodnog za nesmetan rad.Sa druge strane, omogućava se i maksimalno iskorišćenje ležišta, odnosno energije iz ležišta. U principu se upravljanje kvalitetom svodi na selektivan rad i homogenizaciju. Ovo prvo je postupak odvajanja jalovih masa iz korisne sirovine.

Pošto su ležišta uglja nastala sedimentacijom tokom dužeg vremenskog perioda uslovi sedimentacije su se menjali. Posledica toga je različit straigrafski raspored sedimenata gde se obično smenjuju ugljenisani ostaci biljaka sa neorganskim sedimentima. Pošto se talože odvojeno u vodenoj sredini pored organskih imamo i neorganske sedimente koje je voda transportovala. To je obično glina i pesak. Često je to mešavina gline i peska sa organskim materijalom. Postoji bezbroj kombinacija moćnosti slojeva čistog uglja i neorganskih proslojaka, kao i mešavina ove dve komponente u različitim srazmerama.

Selektivnim otkopavanjem odvaja se jalovina od korisne sirovine tokom procesa eksploatacije. Pitanje, odnosno odlučivanje šta se odvaja,a šta se ne odvaja je problem za sebe i zahteva posebno detalno razmatranje što nije tema rada. Ali osnovna karakteristika selektivnog rada je da je to proces koji u mnogome opterećuje proizvodnju uglja u tehničkom i ekonomskom smislu. Selektivno otkopavanje kod kontinualnih sistema rada ima karakteristike koje su različite u odnosu karakteristike selektivnog rada kod diskontinualnih sistema.

Najjednostavniji sistem selektivnog rada kod kontinualnih sistema je direktno prebacivanje proslojaka u otkopani prostor. Drugi, mnogo češći način selektivnog rada kontinualnih sistema je kada se otkopavanje i transport vrše postojećom opremom na etaži, bagerom i etažnom trakom, ali se tokom daljeg transporta posebnim uređajem menja transportni put kojim inače ide ugalj i proslojak usmerava na odlagalište, gde se odlaže odlagačem za proslojke. Pored toga mora postojati pretovarni uređaj za preusmeravanje toka proslojka na odlagalištu. Za transport proslojka koristi se vezna i odlagališna traka, ili više njih. Ponekad se na veznu traku istovara proslojak sa više bagera, pa je tada potrebno dimenzionisati kapacitete vezne i odlagališne trake, saglasno količini materijala koji dolazi sa više bagera. Za vreme selektivnog rada bager, ne otkopava ugalj. Dakle, smanjuje se raspoloživo vreme za otkopavanje uglja, što implicira potrebu za povećanjem otkopnih kapaciteta.

Često se bagerima otkopavaju proslojci relativno male moćnosti u odnosu na prečnik rotora, što za posledicu ima pad kapaciteta, odnosno duži vremenski period otkopavanja proslojka. Dakle, i ta činjenica navodi na zaključak da to moramo imati na umu pri dimenzionisanju otkopnih kapaciteta.

Diskontinualni sistemi za potrebe upravljanja kvalitetom uglja koriste selektivan rad. Osnova za uvođenje selektivnog otkopavanja je potpuno isto kod oba sistema eksploatacije. Kod diskontinualnih sistema selektivan rad, takođe, dovodi do pada raspoloživog vremena rada na uglju, kao i do pada kapaciteta bagera pri otkopavanju proslojka male moćnosti.

Prema ličnom utisku diskontinualni sistem je efikasniji, ili tačnije rečeno fleksibilniji kod selektivnog rada. Odlaganje jalovine selektivnim radom moguće je izvesti na više načina. Često se proslojak jalovine može ukloniti buldozerom izguravanjem u otkopani

prostor. Hidrauličnim bagerom se proslojak može direktno odložiti u otkopani prostor, najčešće ako je proslojak male moćnosti. Najčešće se otkopani proslojak utovara u kamione i odlaže na spoljašnje, ili unutrašnje odlagalište prema potrebi.

5. PRINCIPIJELNE ŠEME HOMOGENIZACIJE

Kao što je već rečeno homogenizacija uglja je takođe pored selektivnog rada jedna od metoda u procesu upravljanja kvaliteom uglja. Proces homogenizacije je tehnološki proces kojim se smanjuje varijacija kvaliteta uglja prisutna u ležištu. Kao što je rečeno, ovim procesom se omogućava pored smanjenja varijacije kvaliteta uglja i potpuno iskorišćenje ležišta. Osnovni principi su da se vrši mešanje ugljeva različitog kvaliteta i količina na način da se dobije zahtevani kvalitet. Dakle, potrebno je pre procesa homogenizacije znati i kvalitet i količine pojedinih komponenti uglja za mešanje. Kvalitet homogenizovanog uglja je ponderisana vrednost kvaliteta i količina, dok je količina homogenog uglja prost zbir masa komponenata.

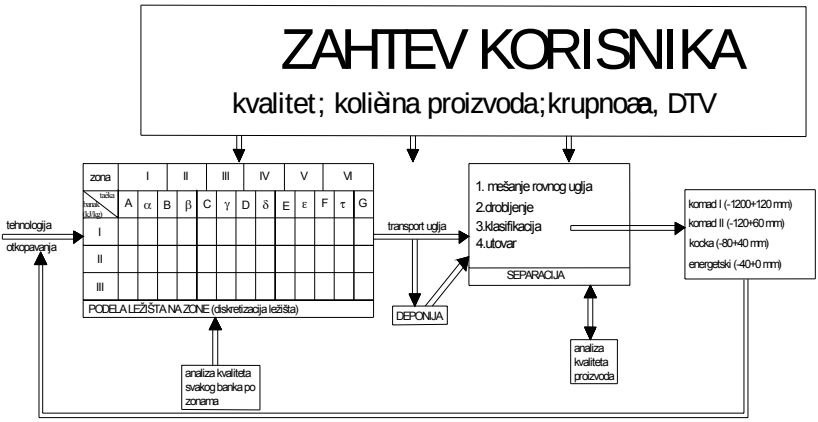
$$Qv = \frac{Qv_1 m_1 + Q_2 m_2 + Q_3 m_3 + \cdots .. Q_n m_n}{\sum M_n}$$

$$Qh = m_1 + m_2 + \cdots m_n$$

Komponente za mešanje dobijaju se otkopavanjem uglja na različitim lokacijama (zonama-tačkama). Pri tome se unapred mora znati zadati izlazni kvalitet, kao i kvantitet uglja na pojedinim lokacijama gde se on otkopava. Kod kontinualnih sistema homogenizacija se može vršiti u bloku bagera na trakama na deponiji, ili kombinacijom navedenih načina. Za lakšu realizaciju homogenizacije, kod kontinualnih sistema razvijen je i čitav niz specijalnih uređaja.

Kada se radi o diskontinualnim sistemima rada princip homogenizacije je isti. Može se vršiti u bloku zahvatanjem više slojeva različitog kvaliteta, utovarom različitog kvaliteta uglja jednim bagerom otkopavajući različite slojeve, kao i homogenizacijom na deponiji odlažući različite kvalitete uglja formirajući njihovu mešavinu na deponiji. Ukoliko se na deponiji koristi buldozer za nagomilavanje priguravanjem i formiranje figure deponije, proces homogenizacije je moguće poboljšati. Otkopavanjem, ili odvozom uglja sa deponije se proces homogenizacije može još poboljšati.

Međutim, generalo gledajući proces homogenizacije ima veće mogućnosti izbora varijantnih rešenja kod diskontinualnog rada nego kod kontinualnog. Kao prvo, rotorni bageri su strogo vezani za određenu traku pri otkopavanju bloka. Drugim rečima, nije moguće jednostavno promeniti lokaciju, kao kod hidrauličnih bagera. Pored toga uglavnom nije neophodno smanjiti kapacitet pri otkopavanju delova ležišta sa lošijim kvalitetom uglja. Dovoljno je smanjiti broj istresanja kašika sa lošim ugljem. Jedna važna osobina koja daje prednost diskontinualnom načinu rada je mogućnost otkopavanja vrlo strmih delova ležišta, raznih „džepova“ i delova ležišta sa vrlo nepovoljnim pružanjem sloja. Pri radu sa kamionima transportni putevi se vrlo lako mogu menjati što nije slučaj kod kontinualnih sistema i pored specijalnih uređaja konstruisanih samo za homogenizaciju. Razlike koje se uočavaju su posledica karakteristika rada dva sistema eksploatacije. Principi upravljanja kvalitetom uglja su potpuno isti. Međutim, ukoliko je potrebno dati velike proizvodnje, reda veličine desetina, ili nekoliko desetina miliona tona uglja godišnje praksa je u evropskim rudnicima lignita da se ta eksploatacija obavlja kontinualnim sistemima. Još jedna od mogućnosti je i kombinacija ova dva sistema, kao što je to u EFT-Rudnik i TE Stanari.



Slika 7. Šema homogenizacije uglja

Na šemi (Slika 7) je prikazan način vršenja homogenizacije uglja pri sadašnjem stanju radova.

6. ZAKLJUČAK

Osnovni princip upravljanja kvalitetom uglja u EFT-Rudnik i TE Stanari ne razlikuje se, niti se može razlikovati od drugih rudnika. Upravljanje kvalitetom uglja ima dve faze: selektivno otkopavanje i homogenizacija. Obe tehnike su principijelno iste, ali su prilagođene tehničko tehnološkoj opremi koja egzistira na rudniku. Selektivnim radom se vrši selekcija, odnosno izbor uglja koji će se otkopavati.

Homogenizacija se obavlja u dva koraka. Prvo se na osnovu poznatog kvaliteta uglja na etaži vrši otkopavanje na više lokacija, a zatim se otkopani uglj odvozi na separaciju gde se vrši istovar, mešanje i klasifikacija po određenoj šemi. Kontrola sistema homogenizacije vrši se uzorkovanjem na etaži uglja i separaciji, ili depou. Ovakav način kontrole kvaliteta-upravljanja kvalitetom, homogenizacijom uglja u ležištu Raškovac je bitan da bi se ostvarila planiran kvalitet i zahtevi kupaca.

LITERATURA

1. Lekić, B., Dopunski rudarski projekat PK Stanari, *Tehnički projekat transportnog sistema*, RI Banja Luka, 2010.,
2. Lekić, B., Dopunski rudarski projekat PK "Stanari", *Tehnički projekat eksploatacije*, RI Banja Luka, (2010.),
3. Olujić, J., *Elaborat o klasifikaciji kategorizaciji i proračunu rezervi uglja stanarskog ugljenog basena sa stanjem 31.12.2004. godine*, Republički zavod za geološka istraživanja, Zvornik, 2005.,
4. Simić, D., *Elaborat o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi uglja u ležištu Stanari kod Doboja sa stanjem na dan 31.12.2010. godine*, Jantar grupa d.o.o., Bijeljina, 2010.
5. Simić, D., *Elaborat o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi uglja u ležištu Raškovac kod Doboja, stanje na dan 31.05.2012.godine*, Jantar grupa d.o.o., Bijeljina 2012.

RAZVOJ MODELA UPRAVLJANJA RIZIKOM U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI MINERALNIH SIROVINA

DEVELOPMENT OF THE RISK MANAGEMENT MODEL FOR SURFACE MINING OF RAW MINERALS

Stojanović C.[1]

Abstract

Risk management makes integrative part of managing by all kinds of projects. One of the main tasks of pre-investment studies and other project documentation is just an attempt to protect investment projects as much as it is possible against investment risks. Due to it, obtaining and composing of risk information provides identification of the probability for occurrence of adverse events, their forms, causes and effects, and provides timely taking of measures to protect against risks. Risk management model has been developed on the example of the opencast mine opening, and authors hope to be able to find its application for any investment project in the field of surface mining of raw minerals. Therefore, any useful comments and suggestion can be of great aid to identify the optimal one model.

Keywords: risk, risk event, the probability of risk, risk management model

Astrakt

Upravljanje rizikom čini inegrativni dio upravljanja projektima svih vrsta. Jedan od osnovnih zadataka predinvesticionih studija i ostale projektne dokumentacije je upravo nastojanje da se investicioni projekti što više zaštite od investicionih rizika. Zbog toga pribavljanje i sređivanje informacija o rizicima omogućuje identifikaciju vjerovatnoće nastajanja štetnih događaja, njihove pojavne oblike, uzroke i posledice te omogućuje pravovremeno preduzimanje mjera zaštite od rizika. Model upravljanje rizikom razvijen je

[1] Mr Cvjetko Stojanović, ZP RiTE Ugljevik, Ugljevik, BiH, Republika Srpska

na primjeru otvaranja površinskog kopa uglja, a autori se nadaju da će moći naći primjenu i za bilo koji inestivioni projekat u oblasti površinske eksploatacije mineralnih sirovina. Stoga svaka korisna primjedbe i sugestija može biti od velike pomoći kako bi se došlo do optimalnog modela.

Ključne riječi: Rizik, rizični događaj, vjerovatnoća rizika, model upravljanje rizikom

1. UVOD

Kad se govori o budućim događajima, najčešće se pored neizvijesnosti pominje i rizik. Rizik podrazumijeva nešto neočekivano, odnosno nepredviđeno događanje. Često se rizik definiše kao vjerovatnoća da će neki poduhvat ili projekat pretrpjeti neuspjeh i posledice koje proističu iz tog neuspjeha.

Za sigurno investiranje, poseban značaj imaju procjena i predviđanje vjerovatnoće nastajanja promjena koje mogu imati nepovoljan uticaj na projekat. To su promjene koje dovode do gubljenja investiranog kapitala ili erozije njegove vrijednosti, koje ograničavaju uvećanje investiranog kapitala i nanose drugu materijalnu ili nematerijalnu štetu. Gubici tih vrijednosti nazivaju se investicionim rizicima.

Sve ovo, procjene neizvestnosti i rizika investiranja svrstava u red najsuptilnijih investicionih poslova. Procjene vjerovatnoće nastajanja rizičnih događaja traže temeljan i stripljiv interdisciplinarni stručni rad koji se mora zasnivati na savremenim metodama i tehnikama istraživanja i predviđanja.

U pristupu procjeni investicionih rizika treba razlikovati sledeće:

- rizike poznatog sadržaja i predvidive vjerovatnoće nastajanja – geološki, geomehanički, rudarski ili tržišni rizici;
- rizike poznatog sadržaja i nepredvidive vjerovatnoće nastajanja – zemljotresi, prirodne nepogode, ratna razaranja ili kvarovi postrojenja;
- rizike nepoznatog sadržaja i nepoznate vjerovatnoće nastajanja – korišćenje novih tehnologija, novih materijala, ili nove tehničke opreme.

Investicije u nove projekte takođe prate brojni specifični rizici koji se javljaju:

- u fazi izrade, revizije i usvajanja investiciono-tehničke dokumentacije;
- u fazi donošenja investicione odluke i izbora konstrukcije finansiranja investicionog projekta;

- u fazi pribavljanja osnivačkih prava – prava lokacije, izgradnje i korišćenja;
- u izboru alternativa pribavljanja investicione opreme i materijala koje nudi tržište;
- u obavljanju investicionih radova – pripremnih glavnih, naknadnih, završnih i kontrolnih;
- u fazi uklapanja investicionog projekta u reprodukcionu cjelinu i sredinu u kojoj se gradi i koristi.

U svim fazama realizacije investicionog projekta, otvorene su mogućnosti ostvarenja optimalnih ili neoptimalnih investicionih rješenja. Optimalna rješenja donose maksimalne koristi, a neoptimalna višestruke štete. Optimizacijom procesnih aktivnosti u svim projektnim fazama investitori se štite od brojnih rizika i štetnih posledica.

2. VRSTE INVESTICIONIH RIZIKA

Investicioni rizici mogu se razmatrati sa više stanovišta i grupisati prema srodnim obilježljima. Prema S. Mijatoviću [2], pojavnim oblicima i uzrocima nastajanja, razlikuju se sledeći investicioni rizici:

- prirodni,
- tehnološki,
- tehnički,
- tržišni,
- finansijski,
- monetarni,
- fiskalni i
- ostali

Rizici na projektu se definišu sa tri ključna faktora:

- Rizični događaj,
- Vjerovatnoća rizika,
- Veličina uloga.

Rizični događaj predstavlja pojavu, aktivnost ili događaj koji mogu da donesu štetan uticaj na projekat i nepovoljne i neželjene posledice.

Vjerovatnoća rizika predstavla vjerovatnoću pojavljivanja rizičnih događaja, dok ***veličina uloga*** predstavla veličinu gubitka koji može da nastane ako se ostvari događaj i on donese štetni utiocaj na projekta.

3. KONCEPT UPRAVLJANJA RIZIKOM

Uzroci i posledice pojedinih vrsta investicionih rizika su različiti, te stoga zahtijevaju različite metode ocjene vjerovatnoće njihovog nastajanja i različite mjere zaštite. Valjana zaštita od investicionih rizika, u prvom redu, zahtijeva da rizici budu identifikovani prije donošenja odluke o investiranju.

Takođe, neophodno je pribaviti informacije o vjerovatnoći pojave štetnih događaja i izgraditi mjere zaštite od rizika koji se mogu očekivati. Pri tome je važno, da rizici budu realno shvaćeni kako od strane investitora, tako i od strane ostalih učesnika u investicionom procesu – povjerilaca kapitala, dobavljača opreme i materijala, izvođača radova, kupaca gotovih proizvoda i drugih.

Upravljanje rizikom u jednom širem pristupu može se prikazati kroz sledeće podprocese:

- Identifikacija rizika,
- Analiza i procjena rizika
- Planiranje reakcija ili odgovora na rizik
- Kontrola primjene reakcija na rizik

Identifikacija potencijalnih rizika koji mogu da ugroze ili otežaju realizaciju budućeg projekta je veoma težak i kompleksan posao, ponajviše jer se radi o novim projektima, koji sa sobom nose niz nepoznanica i ograničenja.

4. RAZVOJ MODELA UPRAVLJANJA RIZICIMA

Kada se govori o projektima u površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina, posebno u u oblasti otvaranja i razvoja jednog površinskog kopa ugljaa, usled složene strukture, te niza specifičnosti koji prate njegovu realizaciju, bez obzira na veličinu, i okruženje, ovaj posao postaje izuzetno kompleksan i zahtijeva angažovanje velikog broja eksperata iz raznih oblasti.

U narednim Tabelama 1 do 6 dat je jedan primjer modela upravljanja rizikom kod projekta otvaranja površinskog kopa uglja, a koji je nastao kombinacijom stečenih znanja iz dostupne stručne literature kao i autorovih iskustava u dosadašnjem radu.

Kao prvi korak, potrebno je izvrši identifikacija potencijalnih rizika i oblasti na koje se odnose. Zbog preglednosti najbolji način je prikazati ih u obliku tabele.

Kao što se iz tabele ispod može vidjeti rizici su grupisani prema oblastima pojave. Pojedini rizici mogu biti jasno kvalifikovani u određenu oblast mada je kod većine rizika pravilo da njihove pojave mogu imati implikacije na niz aktivnosti tako da je nemoguće napraviti jasnu kvalifikaciju.

Za potrebe razvoja ovog modela identifikovano je 19 grupa rizičnih događaja koje su prihvaćene kao potencijalne rizične grupe kod realizacije projekta otvaranja površinskog kopa uglja.

Naravno, ovom listom nisu mogli biti obuhvaćeni svi potencijalni rizici, jer oni prvenstveno zavise od konkretnih uslova u kojima se projekat realizuje. U svakom slučaju lista rizičnih događaja vremenom se može dopunjavati u zavisnosti od problema koji se ocijene kao mogući generatori potencijalnih rizika.

Tabela 1. Lista potencijalnih rizika na projektu otvaranja površinskog kopa uglja

Potencijalni rizici	***Oblast na koju se potencijalni rizici odnose***
1. Razlika u inerpretaciji rezultata istražnih radova i stvarnog stanja	**Rudarsko - geološki uslovi radne sredine**
2. Neadekvatna procjena obima posla 3. Modifikacija tehničkih rješenja	**Obim**
4. Neadekvatna procjena trajanja aktivnosti 5. Neadekvatan raspored aktivnosti 6. Kašnjenje u isporuci ugovorene opreme 7. Tehničko-tehnološka nemogučnost izvođenja pojedinig radova	**Vrijeme**
8. Neadekvatna procjena troškova projekta 9. Kursne razlike 10. Promjena cijena na tržištu	**Troškovi**
11. Neadekvatna procjena potrebnih resursa 12. Nekompetentnost i nekompletnost projektnog tima 13. Konflikti u okviru projektnog tima 14. Nemogućnost obezbjeđenja potrebnih finansijskih sredstava	**Resursi**
15. Neadekvatna organizaciona struktura na projektu 16. Neodgovarajuća koordinacija aktivnosti 17. Nepotpuna i neblagovremena komunikacija	**Organizacija posla**
18. Promjena tržišnih uslova 19. Promjena zakonske regulative	**Spoljni faktori**

4.1. Analiza i ocjena rizika

Rizici predstavljeni na ovakav način imaju kvantitativni karakter ali u cilju njihove varolizacije neophodno je uraditi njihovu kvalitativnu ocjenu, odnosno utvrditi stepen njihovog uticaja na projekat. U tom smislu potrebno je utvrditi dva faktora:

- Vjerovatnoća pojave rizičnog događaja, *F1 i*
- Uticaj rizičnog događaja na rezultate projekta, *F2*

Ukupan faktor *F* prestavlja proizvod dva faktora, *F1 i F2*, odnosno:

$$F = F1 \times F2$$

Tabela 2. Vjerovatnoća pojave rizičnog događaja faktor *F1*

Vjerovatnoća pojave rizičnog događaja	**Opis**	**Vrednost F1**
Zanemarljiva	Ne očekuje se	1
Mala	Može se očekivati veoma rijetko	2
Srednja	Realnije očekivati pojavu	3
Velika	Realna je verovatnoća pojave	4
Kritična	Očekuje se skoro sigurno pojava, proces ili postupak je nepouzdan	5

Tabela 3. Uticaj rizičnog događaja na rezultate projekta faktor F2

Uticaj rizičnog događaja	**Opis**	**Vrednost F2**
Zanemarljiva	Ne utiče na realizaciju projekta	1
Mala	Ne utiče u velikoj meri na realizaciju projekta	2
Srednja	Utiče na naredne aktivnosti na projektu, može, ali ne mora da ugrozi realizaciju projekta	3
Velika	Uslovljava izmjenu projekta i ugrožava samu realizaciju	4
Kritična	Narušava bezbjednost, dovodi do narušavanja pozitivnih propisa, grešaka, uzrokuje velike štete	5

Tabela 4. Klasifikacija rizika prema vrednosti konačnog faktora rizika

Vrednost konačnog faktora (F)	**Klasa rizika**
F = [1..5]	Minoran rizik
F = [6..10]	Značajan rizik
F = [11..25]	Kritičan rizik

Kako se iz Tabele 5 može videti od navedenih 19 mogućih rizičnih događaja kao kritičan izdvaja se samo jedan tj. nemogućnost obezbjeđenja potrebnih finansijskih sredstava, 14 rizičnih događaja je ocijenjeno kao značajan rizik dok su 4 rizična događaja ocijenjeni kao minorni.

Tabela 5. Analiza i procjena rizika na projektu otvaranja površinskog kopa

Lista potencijalnih grupa rizičnih događaja					*Vrednost faktora rizika*			*Ocena rizika*
R. br	**Naziv grupe rizika**	**Uticaj na projekat**			**F1**	**F2**	**F**	
		a	*f*	*e*	*m*	*s*	*k*	*o*	*č*	*a*	*n*	*t*
1.	Razlika u inerpretaciji rezultata istražnih radova i stvarnog stanja	x	x	x	2	4	8	značajan
2.	Neadekvatna procena obima posla	x	x	x	2	3	6	značajan
3.	Modifikacija tehničkih rješenja		x	x	2	2	6	minoran
4.	Neadekvatna procjena trajanja aktivnosti		x	x	2	4	8	značajan
5.	Neadekvatan raspored aktivnosti		x	x	2	3	6	značajan
6.	Kašnjenje u isporuci ugovorene opreme	x	x	x	2	4	8	značajan
7.	Tehničko-tehnološka nemogučnost izvođenja pojedinih radova	x	x	x	2	4	8	značajan
8.	Neadekvatna procjena troškova projekta	x		x	2	4	8	značajan
9.	Kursne razlike			x	2	2	4	minoran
10.	Promjena cijena na tržištu			x	2	3	6	značajan
11.	Neadekvatna procjena potrebnih resursa		x	x	2	3	6	značajan
12.	Nekompetentnost i nekompletnost projektnog tima	x	x	x	2	3	6	značajan
13.	Konflikti u okviru projektnog tima		x	x	2	2	4	minoran
14.	Nemogućnost obezbjeđenja potrebnih finansijskih sredstava		x	x	3	4	12	kritičan
15.	Neadekvatna organizaciona struktura na projektu		x	x	2	4	8	značajan
16.	Neodgovarajuća koordinacija aktivnosti	x	x	x	2	3	6	značajan
17.	Nepotpuna i neblagovremena komunikacija	x	x	x	2	3	6	značajan
18.	Promjena tržišnih uslova				2	2	4	minoran
19.	Promjena zakonske regulative		x	x	2	3	6	značajan

4.2. Plan tretmana rizika na projektu otvaranja površinskog kopa

U cilju kontrole uticaja rizičnih događaja potrebno je predvijeti čitav niz mjera kojima je mogućeu određenoj mjeri kontrolisati uticaje pojedinih rizičnih događaja na sam projekat.

Primjer niza mjera, u cilju kontrolisanja uticaj rizičnih događaja na projekatu otvaranja površinskog kopa uglja, dat je u Tabeli 6. Navedeni set mjera sačinjen je kombinacijom više strategija koje imaju za cilj izbjegavanja ili smanjenja uticaja, a počivaju na sledećim principima:

- Izbjegavanju rizika
- Prebacivanje rizika
- Suočavanju sa rizikom
- Smanjivanju pojave rizika
- Slabljenu posledica rizika
- Planiranju eventualnosti

Tabela 6. Mere kontrole uticaja rizičnih događaja na projektu

R. br	Naziv rizika -ocena rizika-	Preventivne mere radi otklanjanja ili smanjenja rizika	Moguće posledice i mjere u slučaju pojave rizika	Očekivani rezultat tretmana
1.	Razlika u inerpretaciji rezultata istražnih radova i stvarnog stanja	Detaljna geološka istraživanja i kvalitetna obrada razultata tih istraživanja	Povećanje obima radova, Smanjenje količina mineralne sirovine, Dodatna istraživanja	Povećanje pouzdanosti podataka, Smanjenje obima radova
2.	Neadekvatna procjena obima posla	Uspostava efikasnog sistema planiranja Izrada WBS-a	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Korekcije WBS-a . i Termin plana Angažovanje dodatnih izvršilaca	Anuliranje vremena kašnjenja u narednim fazama projektai
3.	Modifikacija tehničkih rješenja	Detaljno planiranje i izrada kvalitetnih projektnih rješenja Kontinuirano praćenje najnovih tehničko-tehnoloških dostignuća	Izmjene u obimu Povećanje troškova Blagovremene Intervencije na ključnim tačkama projekta	Otklanjanje posledica rizika uz povećenje troškova Anuliranje vremena kašnjenja u narednim fazama proj.
4.	Neadekvatna procjena trajanja aktivnosti	Uspostava efikasnog sistema planiranja i kontrole na nivou projektnih faza i aktivnosti Izrada WBS-a	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Restruktuiranje WBS-a	Anuliranje vremena kašnjenja u narednim fazama projektai
5.	Neadekvatan raspored aktivnosti	Uspostava efikasnog sistema planiranja,praćenja i kontrole	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Restruktuiranje WBS	Anuliranje vremena kašnjenja u narednim fazama projektai
6.	Kašnjenje u isporuci ugovorene opreme	Blagovremeno i kvalitetno ugovaranje Obezbjeđenje garancija za dobro izvršenje posla	Kašnjenje u realizaciji projekta povečanje troškova Aktiviranje garancije	Isporuka u što kraćem roku Naplata penala
7.	Tehničko-tehnološka nemogučnost izvođenja pojedinih radova	Detaljno sagledavanje svih aspekta kako kod izrade projektne dokumentacije tako i kod izbora izvođača radova	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje obima Povećanje troškova Uticaj na kvalitet Angažovanje spacijalista	Anuliranje vremena kašnjenja u narednim fazama projektai
8.	Neadekvatna procjena troškova projekta	Uspostava efikasnog sistema planiranja i kontrole na nivou projektnih faza i aktivnosti Izrada CBS-a	Povećenje ukupnih troškova Korekcije CBS-a	Obezbjeđenje dodatnih izvora finansiranja
9.	Kursne razlike	Planiranje	Povećanje troškova Veivanje za čvrstu valutu	Bez značajnijeg uticaja na tok projekat
10.	Promjena tržišnih uslova	Detaljna analiza tržišnih uslova Kontinuirano praćenje i konrola	Povećanje troškova Kašnjenje u isporuci Intervencije u oblastima na koje se može uticati	Realizacija projekta prema konačnom termin planu

Tabela 6. Mere kontrole uticaja rizičnih događaja na projektu - nastavak

11.	Neadekvatna procjena potrebnih resursa	Planiranje	Kašnjenje u realizaciji projekta Obezbjeđenje potrebnih resursa	Obezbjeđenje dodatnih resursa
12.	Nekompetentnost i nekompletnost projektnog tima	Detaljna analiza ljudskih resursa Obezbjeđenje kvalitetnog kadra Izrada OBS-a	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Obezbjeđenje potrebnih resursa	Realizacija projekta prema konačnom termin planu
13.	Konflikti u okviru projektnog tima	Izbor kvalitetnog projektnog tima Obezbjeđenje kvalitetnih uslova za rad projektnog tima Podrška od strane najvišeg rukovodstva	Narušavanje pozitivne i kreativne radne discipline Uvođenje efikasnog sistema stimulacija i sankcionisanja	Obezbjeđenje pozitivne i kreativne radne discipline
14.	Nemogućnost obezbjeđenja potrebnih finansijskih sredstava	Obezbjeđenješto cjelovitije spoznaje karakteristika finansijskog okruženja, kretanja ponude i tražnje novca i kapitala na tržištu, kreditne sposobnosti banaka i drugih finansijskih organizacija	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Korekcije finansijske konstrukcije	Izbor optimalne kombinacije finansiranja u datim finansijskim uslovima
15.	Neadekvatna organizaciona struktura na projektu	Izbor optimalne organizacione strukture Izrada OBS-a	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Izmene OBS-a	Izbor Optimalne organizacione strukture
16.	Neodgovarajuća koordinacija aktivnosti	Obezbješenje kotantne komunikacije između članova tima Obezbjeđenje kvalitetne logističke podrške na svim nivoima.	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Intervencije od strane Projekt menadžera	Uspostava efikasnog sistema planiranja i koordinacije projektnih faza i aktivnosti
17.	Nepotpuna i neblagovremena komunikacija	Uspostava efikasnog sistema planiranja i komunikacije	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Intervencije od strane Projekt menadžera	Realizacija projekta prema konačnom termin planu
18.	Promjena tržišnih uslova	Detaljno sagledavanje tržišinih uslova Predviđanje promjena tržišnih uslova i odgovora na moguće promjene	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova	Bez značajnijeg uticaja na konačnu realizaciju projekta
19.	Promjena zakonske regulative	Detaljno sagledavanje zakonskog i institucionalnog okvira Praćenje zakonskih i podzakonskih propisa	Kašnjenje u realizaciji projekta Povećanje troškova Blagovremena priprema potrebnih dozvola i saglasnosti kao i novih zahtjeva	Bez značajnijeg uticaja na konačnu realizaciju projekta

5. ZAKLJUČAK

Velike neizvjesnosti i rizici investiranja dolaze i iz samog okruženja u kome se investicioni projekti realizuju kao što su; prirodni, tehnološki, tržišni, finansijski te drugi brojni rizici koji se javljaju u okruženju. Iz ovog jasno proizilazi, da se u procesu priprema za investiranje posebna pažnja mora posvećivati predviđanju rizika investiranja i preduzimanju adekvatnih mjera na zaštiti od rizičnih događaja. Podcjenjivanje ili precjenjivanje, bilo koje vrste rizika investiranja, rađa brojne nepovoljne posledice i devalvira sami kvalitet investiranja.

Uspostavljanjem efikasnog sistema praćenja i kontrole rizičnih događaja, te izradom plana tretmana rizika moguće je umanjiti ili potpuno otkloniti negativne posledice rizičnog događaja u pojedinim fazama projekta, odnosno njihov uticaj na konačnu realizaciju projekta u odnosu na planirani [i]obim, kvalitet, vrijeme i troškove.

LITERATURA

1. Jovanović P.: Upravljanje projektima, Beograd, 2008.
2. Mijatović S.: Upravljanje privrednim investicijama, Univerzitet Srpsko Sarajevo, 1999.
3. Savremeno upravljanje projektima, Priručnik, Centar za upravljanje projektima, Beograd, 2009.

VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
UGALJ 2013
Zlatibor, 2-5. oktobar 2013.

6th INTERNATIONAL CONFERENCE
COAL 2013
Zlatibor, 2-5 October 2013

DEFINISANJE TEHNOLOGIJE I KAPACITETA HIDRAULIČNOG BAGERA KAŠIKARA NA SELEKTIVNOM OTKOPAVANJU UGLJA PO MODELU SIMULACIJE KARAKTERISTIČNIH SLUČAJEVA

DEFINITION OF TECHNOLOGY AND CAPACITY OF HYDRAULIC SHOVELS IN COAL SELECTIVE MINING BASED ON THE SIMULATION MODEL OF CHARACTERISTIC CASES

Stojanović C.[1], Stepanović S.[2]

Apstrakt

U radu je dat prikaz modela simulacije rada hidrauličnog bagera kašikara u selektivnom radu za uslove površinskog kopa Bogutovo Selo za četiri karakteristična slučaja. Model simulacije rada bagera treba da omogući analizu većeg broja kombinacija uz uključivanje niza parametara koji mogu imati uticaj na krajnji rezultat. Zbog toga simulacija predstavlja analizu stvarnog stanja i otvara mogućnost za veliki broj eksperimenata na modelu u cilju dobijanja informacija o ponašanju sistema u različitim tehnološkim uslovima.

Ključne riječi: Selektivno otkopavanje, model simulacije, karakteristični slučajevi

Abstract

This paper presents simulation model of hydraulic shovels in the selective exploitation in the conditions of the open pit Bogutovo Selo for four typical cases. Simulation model of the hydraulic shovels should enable analysis of a large number of combinations with the involvement a series of parameters which may have an impact on the end result. Because of this a simulation

[1] Mr Cvjetko Stojanović, dipl. inž. rud., ZP Rudnik i Termoelektrana Ugljevik a.d., Ugljevik
[2] Saša Stepanović, dipl. inž. rud., Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beograd

analysis of real state opens the possibility for a large number of experiments on the model in order to obtain information about the system behavior in different technological conditions.

Key words: selective mining, simulatin model, characteristic cases

1. UVOD

Poznato je da površinska eksploatacija danas predstavlja dominantan oblik eksploatacije najvećeg broja ležišta uglja, iz bližeg i šireg okruženja, te da se obavlja u veoma složenim inženjersko-geološkim, hidrogeološkim i drugim uslovima. Isto tako očekivanja su da će daljim razvojem površinske eksploatacije, uzled povećanja koficijenata otkrivke, zavodnjenosti ležišta, raslojenosti ugljenih slojeva, te prisustva ugljeva koji ne mogu zadovoljiti zahtjeve u pogledu toplotne moći, ti uslovi postati još nepovoljniji.

Jedna od osnovnih karakteristika površinske eksploatacije su vrlo obimni i složeni proizvodni kompleksi, u okviru sistema eksploatacije, koji su obično instalisani u cilju zadovoljenja potreba termoenergetike. Iz navedenih razloga selektivno otkopavanje dobija sve veći značaj sa stanovišta boljeg iskorišćenja rezervi uglja u ležištu, odnosno ispunjenja zahtjeva u pogledu kvaliteta uglja, a u najvećem broju slučajeva predstavlja i jedinu mogućnost eksploatacije.

Selektivna eksploatacija uglja na površinskim kopovima nametnula se kao potreba, naročito kod ležišta sa složenom strukturom, koja su prije toga ocjenjivana kao nepovoljna za eksploataciju sa tehničko-tehnološkog i ekonomskog aspekta. Ti ciljevi su, prvenstveno, bili usmjereni na maksimalno iskorišćenje rezervi, dobijanje potrebnih količina uglja odgovarajućeg kvaliteta, te na realizaciju potrebnog kapaciteta uz definisanu ekonomsku opravdanost.

Određivanje tehnoloških parametara rada bagera i proračun kapaciteta je praktično usklađivanje tehničko-tehnoloških karakteristika bagera sa parametrima radne sredine..

U cilju obezbjeđenja potrebnog kvaliteta uglja na površinskom kopu Bogutovo Selo eksploatacija krovinskih ugljenih slojeva, kao i odstranjivanje jalovih proslojaka iz glavnog ugljenog sloja čija je debljina debljine veća od 0.5 m vrši se primjenom selektivnog otkopavanja.

Proces simulacije sam po sebi ne daje optimalno rješenje, ali omogućava više uzastopnih proračuna uz modifikaciju ulaznih parametara što može dovesti do optimalnog rješenja. U konkretnom primjeru to se odnosi i na promjenu tehnoloških parametara (broj pojaseva za otkopavanje, debljina reza, brzina katarke, širina bloka itd.) u okviru ograničenja, do postizanja maksimalnog kapaciteta sistema.

2. OPŠTI MODEL KARAKTERISTIČNIH SLUČAJEVA

Određivanje forme karakterističnih slučajeva za radnu sredinu radi se na jedinstvenom presjeku visine etaže koji sadrži sve bitne karakteristike sa utvrđenim rasponom pojavljivanja. Na osnovu interpolovanih karakteristika dobije se jedinstven presjek visine etaže koji sadrži moguće slučajeve pojavljivanja radne sredine u okonturenom dijelu površinskog kopa.

Ukupan broj karakterističnih slučajeva zavisi od veličine raspona pojavljivanja i intervala podjele. Na primjer, ako se analiziraju slučajevi kada se javljaju dva ili više proslojaka, onda se broj mogućih kombinacija uvećava za raspon pojavljivanja debljine i vertikalnog položaja drugog proslojka. Debljina proslojaka i vertikalni položaj na visini etaže imaju prioritet kod formiranja karakterističnih slučajeva.

Pošto je kod opšteg modela karakterističnih slučajeva obuhvaćen realni raspon pojavljivanja karakteristika radne sredine to znači da će svaki miniblok na diskretizovanom i izdvojenom prostoru (etaži) biti jedan od karakterističnih slučajeva. To praktično znači da bi za svaki karakterističan slučaj trebalo ispitati tehnološke parametre, a što je moguće izvesti primjenom modela simulacije. Da bi se čitav postupak pojednostavio prethodno se grupišu miniblokovi sa malim razlikama u karakteristikama i na taj način izdvoje se zone mini blokova koje mogu biti karakteristični slučajevi i za svaku od njih se može uraditi pojedinačna analiza.

U konretnom primjeru definisanje karakterističnih slučajeva za površinski kop Bogutovo Selo izvršeno je na osnovu podataka dobijenih istražnim radovima (bušotina) gdje su izdvojeni sledeći karakteristični slučajevi:

a) Slučaj selektivnog rada u krovinskom sloju sa dva proslojka uglja;
b) Slučaj selektivnog rada u krovinskom sloju sa jednim proslojkom uglja;
c) Slučaj rada u glavnom ugljenom sloju na kontaktu sa jalovinom;
d) Slučaj masovnog rada u glavnom ugljenom sloju.

3. TEHNOLOGIJA SELEKTIVNOG OTKOPAVANJA UGLJA U USLOVIMA POVRŠINSKOG KOPA BOGUTOVO SELO

Sistem površinske eksploatacije predstavlja redoslijed radova na otkrivci i mineralnoj sirovini kojim se obezbjeđuje ekonomična i sigurna eksploatacija sa zadatom proizvodnjom i racionalnim iskorišćenjem ležišta. Osnovu za definisanje tehnike proizvodnih procesa i tehnologije površinske eksploatacije, kao elemenata sistema površinske eksploatcije, čini ležište mineralne sirovine sa specifičnim geološkim, topografskim, hidrogeološkim i klimatskim osobinama.

Tehnologija površinske eksploatacije obuhvata sledeće osnovne proizvodne procese:

- Priprema materijala za otkopavanje;
- Otkopavanje i utovar;
- Transport;
- Odlaganje otkrivke i deponovanje ili isporuka mineralne sirovine.

Pored nabrojanih, otkrivka uključuje i tehnološki proces odlaganja, a proces dobijanja korisne mineralne sirovine najčešće se završava njenim deponovanjem.

Kada se govori o izboru tehnološke šeme rada kod selektivnog otkopavanja treba naglasiti da je ista uslovljena, prije svega, geološkim, tehnološkim, te sigurnosnim i ekonomskim faktorima, kao i razvojem rudarskih radova na otkrivci. U geološke faktore spadaju: prostorni raspored uglja i jalovine, karakter i broj kontakata između njih i fizičko-mehanička svojstva uglja i jalovine. Tehnološki faktori su visina i nagib etaže, vrsta i tip opreme za otkopavanje i utovar, kao i vid primijenjenog transporta. Ekonomski faktori se odnose na zahtjeve potrošača za kvalitetom uglja i cijenu otkopavanja.

Pri izboru tehnološke šeme otkopavanja prednost se daje onoj, koja u datim uslovima obezbjeđuje najveću sigurnost u radu, maksimalno iskorišćenje ležišta i minimalno razblaženje uz maksimalno iskorišćenje opreme i ekonomske efekte. Najčešće primijenjene varijante dobijanja uglja su rad u poprečnim blokovima, odnosno rad u uzdužnim blokovima sa otkopavanjem od krovine prema podini.

U cilju obezbjeđenja potrebnog kvaliteta uglja, te boljeg iskorišćenje rezervi, na površinskom kopu Bogutovo Selo predviđena je, u praktičnom radu primijenjena diskontinualna tehnologija, koja, između ostalog, podrazumijeva, selektivno otkopavanje uglja krovinskih ugljenih slojeva, kao i odstranjivanje jalovih proslojaka, debljine veće od 0.5 m, iz glavnog ugljenog sloja. U radu su obrađena četiri karakteristična slučaja rada sa hidrauličnim bagerom, zapremine kašike E = 8.1 m^3, na etažama visine 10 m.

Hidraulični bageri kašikari imaju niz dobrih karakteristika koje se mogu iskoristiti kod selektivnog otkopavanja. Sve radne opercije postižu se hidrauličnim prenosom snage; otkopavanje materijala, podizanje i spuštanje katarke, zaokretanje kašike u vertikalnoj ravni, otvaranje i zatvaranje kašike, čime se ispunjavaju osnovni zahtjevi u procesu selektivnog otkopavanja.

Pri otkopavanju tankih slojeva moguće je u potpunosti pratiti slojevitost materijala i selektivno ih otkopavati sa visokim stepenom punjenja kašike bilo da se rad odvija iznad ili ispod nivoa stajanja bagera. Kada je potrebno čisto odvajanje tankih horizontalnih slojeva, moguće je održavanje kašike

paralelelno sa planumom stajanja bagera ili po ravni uslojenosti. Takođe, selektivno otkopavanje je moguće na bilo kojoj visini etaže u okviru visine kopanja bagera, zbog slobodne trajektorije kopanja.

Pravac napredovanja bagerskog bloka od krovine prema podini, po padu ležišta omogućuje selektivno otkopavanje jalovinskih proslojaka male debljine uz minimalne gubitke i razblaženje uglja. Selektivno kopanje u bagerskom bloku vrši se određenim redoslijedom kopanja raznorodnih vrsta materijala. Jalovinski proslojak dijeli bagerski blok po visini koja se mijenja sa napredovanjem bagera u bloku. Redoslijed kopanja je odozgo prema dole. Prvo se kopa ugalj u gornjem dijelu bloka do kontakta sa jalovinskim proslojkom u maksimalnoj dužini (dubini bloka) i utovara u kamion, zatim se kopa jalovi proslojak koji se odlaže u otkopani prostor ili utovara u kamione za transport jalovine, i na kraju se kopa ugalj u donjem dijelu bloka (etaže), nakon čega se bager pomjera za dužinu koja je jednaka dubini jediničnog bloka (razlika maksimalnog i minimalnog poluprečnika kopanja na nivou stajanja) i ciklus se ponavlja.

Kod načina rada hidrauličnih bagera u poprečnim blokovima gubitke i razblaženja predstavlja sloj uglja na kontaktu koji se kopa zajedno sa jalovinom, odnosno sloj jalovine koji se kopa zajedno sa ugljem. Za cijelu etažu, gubici i razblaženja zavise od broja jalovinskih proslojaka i debljine sloja, odnosno debljine proslojka. Budući da su ove veličine različite kako u pojedinim dijelovima etaže tako i na pojedinim etažama samim tim su različiti i gubici odnosno razblaženja na pojedinim etažama i blokovima.

4. TEHNIČKI KAPACITET HIDRAULIČNOG BAGERA KAŠIKARA NA SELEKTIVNOM OTKOPAVANJU UGLJA

Proračun kapaciteta bagera kašikara izvršen je primjenom modela simulacije rada bagera kašikara (MSRB). Model je formiran na osnovu dekompozicije tehnološkog procesa rada bagera kašikara i definiše odnos otkopanog materijala u vremenu rada koje obuhvata radne i manevarske pokrete bagera prema Slici 1.

Prema Slici 1, radni i manevarski pokreti bagera su:

(1-2): otkopavanje - t_{op}

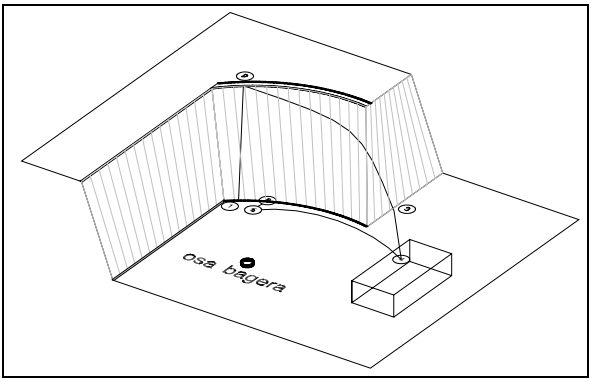
(2-3): kružno kretanje kašike bagera do mjesta istovara - t_k

(3-4): istovar ili istresanje kašike bagera - t_i

(4-5): kružno kretanje prazne kašike bagera prema bloku - t_{opr}

(5-6): pripremni manevar za naredni ciklus otkopavanja

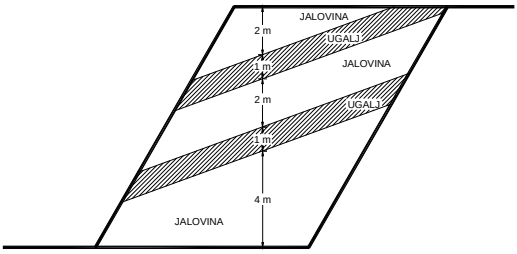
Kao ilustracija izvršena je analiza rada hidrauličnog bagera kašikara za karakteristične slučajeve na površinskom kopu Bogutovo Selo.



Slika 1. Dekompozicija tehnološkog procesa rada bagera kašikara

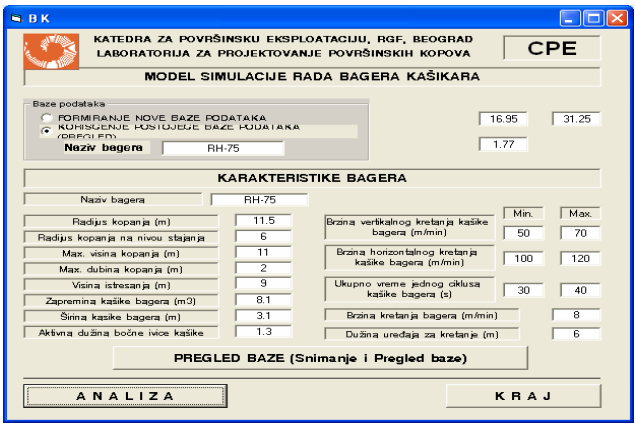
4.1. Karakterističan slučaj selektivnog rada sa dva proslojka uglja

Karakterističan slučaj selektivnog rada sa dva proslojka uglja prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Karakterističan slučaj sa dva proslojka uglja u jalovini

Forma za unošenje tehnoloških parametara (Slika 3), omogućava da se unesu osnovni tehnološki parametri i da se definiše način rada bagera.



Slika 3. Forma baze podataka za analizu rada bagera kašikara

Forma za unošenje tehnoloških parametara (Slika 3) omogućava da se unesu osnovni tehnološki parametri i da se definiše način rada bagera.

Rad bagera se takođe definiše opciono i može biti:

- visinski ili dubinski
- sa utovarom u kamione ili sa direktnim prebacivanjem
- utovar u kamione može biti jednostrani i (ili) dvostrani utovar

Za selektivno otkopavanje mogu se analizirati Gubici i (ili) Razblaženje uglja.

Ako se utovar otkopanog materijala vrši u kamione, unose se vrijednosti za zapreminu sanduka kamiona i podatak za vrijeme ciklusa postavljanja kamiona za utovar. Sledeći korak je unošenje visina pojaseva otkopavanja pri čemu se vertikalna podjela etaža na pojaseve, odnosno rezove otkopavanja vrši prema visini i položaju jalovinskih proslojaka koji se selektivno otkopavaju. Konačan izbor vrši se simulacijom više mogućih varijanti vertikalne podjele etaže i usvaja se varijanta sa najvećim tehničkim kapacitetom bagera.

Posle definisanja vertikalne podjele etaže na visine pojaseva otkopavanja, slijedi izdvajanje i određivanje jalovinskih proslojaka. Prvo se definiše broj jalovinskih proslojaka, a zatim i njihova pozicija prema vertikalnoj podjeli, odnosno redoslijedu (odozgo-na dole).

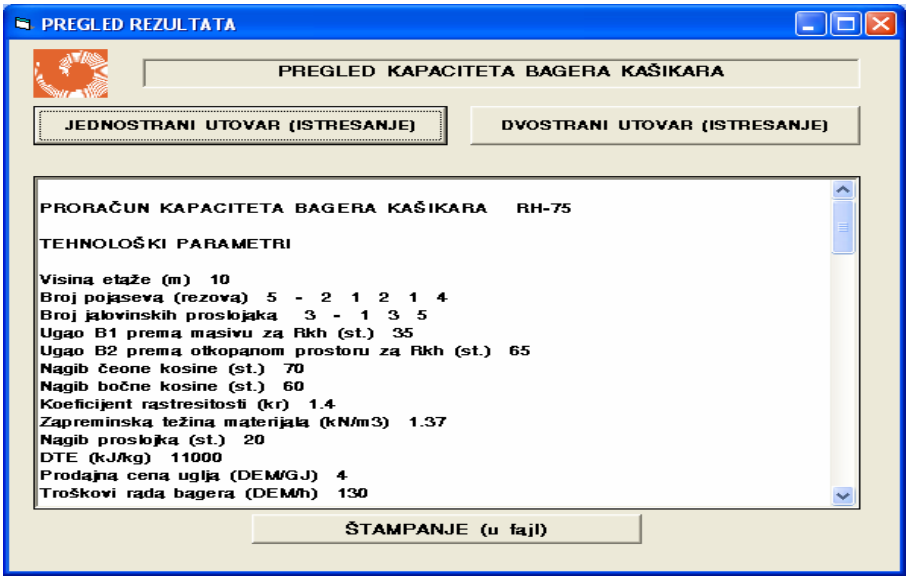
Uzimajući u obzir visine pojaseva otkopavanja i konstruktivne karakteristike bagera analizira se potrebna debljina reza, prema najvećoj visini pojasa za otkopavanje i prema uslovima održavanja definisanog ugla nagiba čeone i bočne kosine bloka predviđenog za otkopavanje. Proračunata debljina reza ponuđena je kao potrebna debljina reza, koja je ograničena maksimalno mogućom debljinom reza, odnosno aktivnom dužinom bočne ivice kašike bagera. Na isti način može se obraditi bilo koja varijanta tehnoloških parametara rada bagera u granicama konstruktivnih karakteristika bagera.

Izborom PREGLED REZULTATA moguće je vidjeti detaljan prikaz rezultata proračuna i formirati izlaznu datoteku, što je prikazano na Slici 5.

Oznake na listinzima proračuna tehničkog kapaciteta bagera su:

Ugl - Ugao okretanja bagera ka kamionu (o)
L - Dužina kretanja bagerske kašike (m)
Tl - Vrijeme okretanja bagera ka kamionu (min)
Tk - Vrijeme punjenja kašike (min)
Ti - Vrijeme istresanja (min)
ST - Ukupno vrijeme ciklusa bagera (min)

Slika 4. Forma za unošenje tehnoloških parametara za proračun tehničkog kapaciteta za karakterističan slučaj sa dva proslojka uglja



Slika 5. Forma za prikaz rezultata proračuna tehničkog kapaciteta bagera kašikara

LISTING PRORAČUNA
Širina bloka: 8.8 m
Manevar bagera (min) 0.33

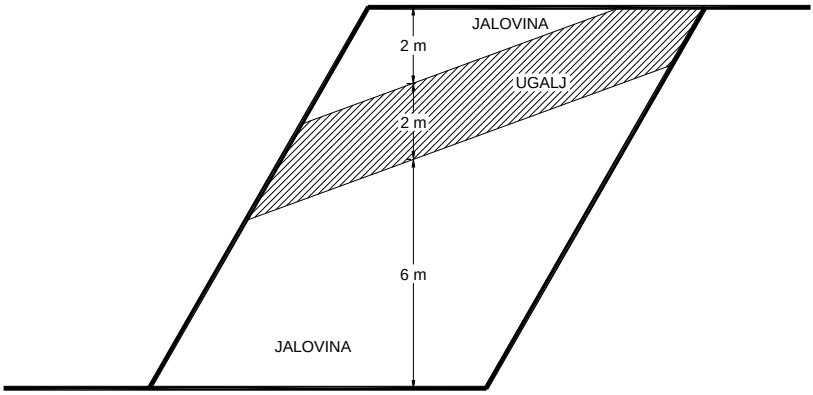
		Ugl.(º)	L(m)	Tl(min)	Tk(min)	Ti(min)	ST(min)
1.Pojas (2.00 m)		107.0	11.20	0.224	0.021	0.080	0.325
		124.0	12.98	0.259	0.021	0.080	0.685
		141.0	14.76	0.295	0.021	0.080	1.081
		158.0	16.54	0.330	0.021	0.080	1.512
		175.0	18.32	0.366	0.021	0.080	1.979
		192.0	20.10	0.401	0.021	0.080	2.482
2.Pojas (1.00 m)		107.0	11.20	0.224	0.011	0.080	0.314
		124.0	12.98	0.259	0.011	0.080	0.664
		141.0	14.76	0.295	0.011	0.080	1.049
		158.0	16.54	0.330	0.011	0.080	1.470
		175.0	18.32	0.366	0.011	0.080	1.926
		192.0	20.10	0.401	0.011	0.080	2.418
3.Pojas (2.00 m)		107.0	11.20	0.224	0.021	0.080	0.325
		124.0	12.98	0.259	0.021	0.080	0.685
		141.0	14.76	0.295	0.021	0.080	1.081
		158.0	16.54	0.330	0.021	0.080	1.512
		175.0	18.32	0.366	0.021	0.080	1.979
		192.0	20.10	0.401	0.021	0.080	2.482
4.Pojas (1.00 m)		107.0	11.20	0.224	0.011	0.080	0.314
		124.0	12.98	0.259	0.011	0.080	0.664
		141.0	14.76	0.295	0.011	0.080	1.049
		158.0	16.54	0.330	0.011	0.080	1.470
		175.0	18.32	0.366	0.011	0.080	1.926
		192.0	20.10	0.401	0.011	0.080	2.418
5.Pojas (4.00 m)		107.0	11.20	0.224	0.043	0.080	0.346
		124.0	12.98	0.259	0.043	0.080	0.728
		141.0	14.76	0.295	0.043	0.080	1.145
		158.0	16.54	0.330	0.043	0.080	1.597
175.0	18.32	0.366	0.043	0.080	2.086		
192.0	20.10	0.401	0.043	0.080	2.609		

KAPACITET BAGERA - UTOVAR NA JEDNU STRANU	
Vrijeme ciklusa bagera (h)	0.21
Zapremina ciklusa bagera (čm^3)	49.19
Kapacitet bagera (čm^3/h)	231.76
Vrijeme utovara (min)	9.25
Intenzitet utovara	6.49

ANALIZA KAPACITETA SA RAZBLAŽENJEM U SELEKTIVNOM RADU	
Zapremina ciklusa na uglju (m^3)	8.29
Zapremina uglja (m^3)	7.32
Zapremina razblaženja (m^3)	0.97
Kapacitet na uglju (čm^3/h)	39.03, 53.48 (t/h)
DTE (kJ/kg)	11000
DTE1 (kJ/kg)	9595.54
Prodajna cijena uglja (KM/t)	38.38
Troškovi rada bagera (KM/h)	130
Troškovi otkopavanja uglja (KM/čm^3)	3.33
Troškovi otkopavanja uglja (KM/t)	2.43
Ciklus-Blok (KM)	435.67
Ef-Qth (KM/h)	2052.52

4.2. Karakterističan slučaj selektivnog rada sa jednim proslojkom uglja

Karakterističan slučaj selektivnog rada sa jednim proslojkom uglja prikazan je na Slici 6.



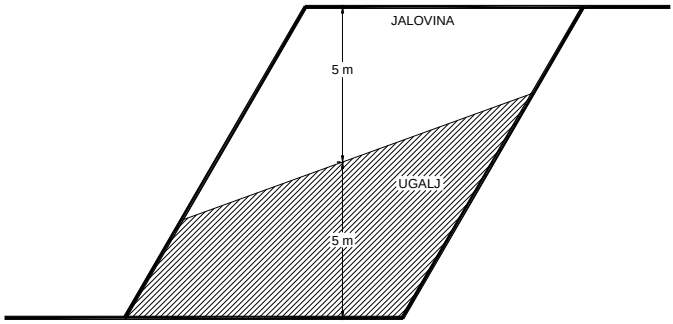
Slika 6. Karakterističan slučaj sa jednim proslojkom uglja

KAPACITET BAGERA - UTOVAR NA JEDNU STRANU	
Vrijeme ciklusa bagera (h)	0.13
Zapremina ciklusa bagera (čm^3)	32.45
Kapacitet bagera (čm^3/h)	249.24
Vrijeme utovara (min)	8.60
Intenzitet utovara	6.98

ANALIZA KAPACITETA SA RAZBLAŽENJEM U SELEKTIVNOM RADU	
Zapremina ciklusa na uglju (m^3)	5.25
Zapremina uglja (m^3)	4.83
Zapremina razblaženja (m^3)	0.42
Kapacitet na uglju (čm^3/h)	40.30, 55.22 (t/h)
DTE (kJ/kg)	11000
DTE1 (kJ/kg)	10035.22
Prodajna cijena uglja (KM/t)	40.14
Troškovi rada bagera (KM/h)	130
Troškovi otkopavanja uglja (KM/m^3)	3.23
Troškovi otkopavanja uglja (KM/t)	2.35
Ciklus-Blok (KM)	288.55
Ef-Qth (KM/h)	2216.48

4.3. Karakterističan slučaj rada u glavnom ugljenom sloju na kontaktu sa jalovinom

Karakterističan slučaj selektivnog rada u glavnom ugljenom sloju prikazan je na Slici 7.



Slika 7. Karakterističan slučaj rada u glavnom ugljenom sloju na kontaktu sa jalovinom

KAPACITET BAGERA - UTOVAR NA JEDNU STRANU	
Vrijeme ciklusa bagera (h)	0.09
Zapremina ciklusa bagera (čm^3)	38.73
Kapacitet bagera (čm^3/h)	428.98
Vrijeme utovara (min)	5.00
Intenzitet utovara	12.01

ANALIZA KAPACITETA SA RAZBLAŽENJEM U SELEKTIVNOM RADU	
Zapremina ciklusa na uglju (m^3)	18.72
Zapremina uglja (m^3)	18.12
Zapremina razblaženja (m^3)	0.60
Kapacitet na uglju	207.40 čm^3/h, 284.13 t/h
DTE (kJ/kg)	11000
DTE1 (kJ/kg)	10614.83
Prodajna cijena uglja (KM/t)	42.46
Troškovi rada bagera (KM/h)	130
Troškovi otkopavanja uglja (KM/m^3)	0.63
Troškovi otkopavanja uglja (KM/t)	0.46
Ciklus-Blok (KM)	1089.10
Ef-Qth (KM/h)	12064.06

4.4. Karakteristični slučaj masovnog rada u glavnom ugljenom sloju

Rezultati proračuna kapaciteta bagera kašikara RH-75 prilikom masovnog rada u glavnom ugljenom sloju dati su u narednim tabelama.

TEHNOLOŠKI PARAMETRI:	
Visina etaže (m)	10
Broj pojaseva (rezova)	2 (debljina u m: 5, 5)
Broj jalovinskih proslojaka	0
Ugao B1 prema masivu za Rkh (stepeni)	35
Ugao B2 prema otkopanom prostoru za Rkh (stepeni)	65
Nagib čeone kosine (stepeni)	70
Nagib bočne kosine (stepeni)	60
Koeficijent rastresitosti (kr)	1.4
Zapreminska težina materijala (kN/m^3)	1.32
Nagib proslojka (stepeni)	20
DTE (kJ/kg)	11000
Prodajna cijena uglja (KM/GJ)	4
Troškovi rada bagera (KM/h)	130

KAPACITET BAGERA - UTOVAR NA JEDNU STRANU	
Vrijeme ciklusa bagera (h)	0.17
Zapremina ciklusa bagera (m^3)	78.50
Kapacitet bagera (čm^3/h)	449.63
Vrijeme utovara (min)	4.77
Intenzitet utovara	12.59

ANALIZA KAPACITETA SA RAZBLAŽENJEM U SELEKTIVNOM RADU	
Zapremina ciklusa na uglju (m^3)	0.97
Zapremina uglja (m^3)	78.50
Zapremina razblaženja (m^3)	2.47
Kapacitet na uglju	(čm^3 /h)
449.63, 616.00 (t/h)	
DTE (kJ/kg)	11000
DTE1 (kJ/kg)	11000
Prodajna cijena uglja (KM/t)	42.54
Troškovi rada bagera (KM/h)	130
Troškovi otkopavanja uglja (KM/čm^3)	0.28
Troškovi otkopavanja uglja (KM/t)	0.20
Ciklus-Blok (KM)	4718.45
Ef-Qth (KM/h)	27025.90

Na osnovu rezultata proračuna tehničkog kapaciteta bagera, a za navedena četiri karakteristična slučaja rada, može se izvesti ponderisani tehnički kapacitet, uvažavajući procenat vremena rada bagera za karakteristične slučajeve.

U narednoj tabeli dat je pregled kapaciteta bagera RH-75, za pojedine karakteristične slučajeve, sa procentima rada bagera za svaki slučaj, na osnovu čega je proračunat ponderisani tehnički kapacitet.

VARIJANTA	TEHNIČKI KAPACITET m^3čm/h	PROCENAT RADA PO VARIJANTAMA
Rad bagera sa dva proslojka uglja	231.76	10 %
Rad bagera sa jednim proslojkom uglja	249.24	10 %
Rad bagera na kontaktu uglja i jalovine	428.98	20 %
Masovan rad na glavnom ugljenom sloju	449.63	60 %
Ponderisani tehnički kapacitet	403.67	Ukupno:100 %

Analizom promjena kapaciteta hidrauličnog bagera, za različite karakteristične slučajeve može se izvesti zaključak da su očigledne i istovremeno predstavljaju dokaz funkcionisanja modela. Na isti način može se vršiti ispitivanje i svih ostalih tehnoloških parametara, u cilju utvrđivanja ponašanja kapaciteta bagera i izbora optimalnih parametara tehnologije rada.

5. ZAKLJUČAK

Uvažavajući karakteristike radne sredine, odnosno strukture ležišta uglja u bližem i širem okruženju selektivno otkopavanje na gotovo svim kopovima je realna potreba. Orjentacija na selektivno otkopavanje na većini ugljenokopa je dokazana sa više aspekata, od kojih su najvažniji iskorišćenje raspoloživih rezervi te ujednačavanje kvaliteta ili homogenizacija, dok je za većinu ležišta, sa izrazito složenom strukturom ugljene serije, to je jedini način eksploatacije.

Pri izboru tehnologije, odnosno tehnološke šeme otkopavanja prednost se daje onoj, koja u datim uslovima obezbjeđuje najveću sigurnost u radu, maksimalno iskorišćenje ležišta i minimalno razblaženje uz maksimalno iskorišćenje opreme i ekonomske efekte.

Hidraulični bageri kašikari imaju niz dobrih karakteristika koje se mogu iskoristiti kod selektivnog otkopavanja jer omogućavaju visok stepen selekcije i iskorišćenja ležišta uz minimalno razblaženje i poboljšan kvalitet uglja koji se otkopava.

LITERATURA

1. Lazić A., Bošković S., Klačar R.: Selektivno otkopavanje uglja na površinskim kopovima, Monografija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2004.
2. Pavlović V., Ignjatović D.: Selektivna površinska eksploatacija uglja kontinualnim sistemima, Monografija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2004.
3. Stojanović C.: Definisanje kapaciteta površinskih kopova uglja po kriterijumu stabilnosti proizvodnje, Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2007.

COAL RESOURCES ANS RESERVES

REZERVE I RESURSI UGLJA

Thomas L. P. [1]

Abstract

Coal resources still make up a significant proportion of the world's energy supplies. Coal resources are estimated to be 860 billion tonnes. These resources are geographically well distributed and current production provides fuel for 29% of the world's primary energy consumption. The classification of coal resources and reserves has been redefined in recent years, with the standards and codes of practice adopted by the principal coal producing countries being equated on a global basis. Details of the principal classifications are given together with their international equivalents. Reporting of resources and reserves plus methods of calculation are also given together with recent assessments of global coal reserves.

Keywords: Coal resources, coal reserves, JORC Code, CRIRSCO Code

1. INTRODUCTION

In most industrialised countries coal has historically been a key source of energy and a major contributor to economic growth. In today's choice of alternative sources of energy, industrialised economies have seen a change in the role for coal. In addition, countries with no previous coal mining history are now major players in the international coal market both as producers and consumers.

It remains a fact that many economies still depend on coal for a significant portion of their energy needs. Of the world's consumption of primary energy, coal accounts for 29%, and provides fuel for 42% of the world's

[1] L. P. Thomas, Dargo Associates Ltd, UK

electricity generation. In 2010, traded black coal (bituminous coal and anthracite) reached 938 Mt of which 676 Mt was steam or thermal coal and 262 Mt was coking or metallurgical coal.

The world's proven coal reserves are currently estimated to be around 860 billion tonnes, and have a widespread distribution throughout the world. Table 1 gives a percentage breakdown of the global distribution of proved coal reserves in 2011 (BP Statistical Review 2012).

Table 1. Global Distribution of Proved Coal Reserves
from: BP Statistical Review of World Energy (2012)

Europe/Eurasia	35.4%
Asia Pacific	30.8%
North America	28.5%
Middle East/Africa	3.8%
South America	1.5%

2. COAL RESOURCES AND RESERVES CLASSIFICATIONS

The demand for increased production of coal and the requirement of international finance to develop coal mining operations has led to the redefining of the classification of coal resources and coal reserves.

A committee of the Council of Mining and Metallurgical Institutions from Australia, Canada, Chile, South Africa, United Kingdom and Western Europe andUnited States referred to as the Combined Reserves International Reporting Standards Committee (CRIRSCO) was formed in 1994 with a view to bringing a degree of uniformity to the various resource/reserves classifications used around the world. CRIRSCO is recognised by the United Nations Economic Commission for Energy (UNECE), the International Council on Mining and Metals (ICMM) and the International Accounting Standards Board (IASB). In 2006 CRIRSCO reached a provisional agreement for the use of standard definitions for mineral resources and ore reserves. However, the CRIRSCO template is non- binding and does not account for local regulatory reporting requirements. The countries and Codes of Practice recognised under the CRIRSCO template are, Australia JORC (2004), Canada CIM Standards (2010), Western Europe PERC (2008), South Africa SAMREC (2009). In addition, the UN have developed UNFC-2009.

The major coal producing countries of Peoples Republic of China, Eastern Europe, India and those in the former USSR are now adapting their reporting systems to be compatible with these international guidelines. Traditionally these countries operated a State run industry which had totally different economic parameters. The current development of a globally integrated reporting system is a work in progress.

In order for projects to receive international finance, documentation detailing exploration results and coal resources and reserves must be prepared by, or under the direction of, and signed by a competent Person or Persons. Such a Competent Person must be a professional member of an approved Institution who has responsibility of ensuring that the applicable rules, regulations and guidelines pertaining to the particular country are adhered to.

Although there are some differences, the following description outlines the Codes and systems adopted by the major coal producing countries.

2.1. Australia

The JORC Code had been adopted by the Australasian Institute of Mining and Metallurgy (The AusIMM) and the Australian Institute of Geosciences (AIG) and has been incorporated in the listing rules of the Australian and New Zealand stock exchanges. Although other variations of resource/reserve classification codes are currently used and/or are proposed for international use, as described below, the JORC Code is widely used and stock exchanges and financial institutions are now fully familiar with its principles and definitions.The main principles governing the application of the JORC Code (2004) are, clarity of report, inclusion of all relevant data pertaining to the judgement of the status of mineral resources and ore reserves, and competency i.e. carried out by suitably qualified and experienced persons approved by a recognised professional body. The JORC Code is applicable to all solid minerals and for the purposes of public reporting, the requirements for coal are generally similar to those for other commodities. The JORC Code uses the following definitions:

i) *Points of Observation* are intersections of coal bearing strata at known locations which provide information to varying degrees of confidence about the coal by observation and measurement of surface or underground exposures, borehole cores and openhole cuttings, and downhole geophysical logs. Points of observation for coal quality are obtained from exposure and/or borehole core sampling, the latter having an acceptable level of recovery (95% linear recovery).

ii) *Interpretive Data* are observations supporting the existence of coal and includes results from mapping and geophysical surveys.

iii) *Exploration Results* are reports of coal occurrences which due to insufficient data, cannot be given a resource value or quality parameters.

The relationship between mineral resources and mineral reserves is shown in Fig.1 (Thomas 2013).

The JORC Code (2004) gives the following classification:

Coal Resources.

i) *A Resource* is an occurrence of coal in such form, quality and quantity that there are reasonable prospects for eventual economic extraction.

ii) *Inferred Resource* is that part of a coal resource for which tonnage and quality can be estimated at a low level of confidence using outcrops, pits, workings and boreholes. The number and distribution of points of observation plus interpretive data, if available, should provide sufficient understanding of the geology to estimate continuity of coal seams, range of coal thickness and coal quality. Inferred coal resources may be estimated using points of observation up to 4km apart.

iii) *Indicated Resource* is a coal resource with a higher confidence level. The points of observation plus interpretive data are sufficient to allow a realistic estimate of average coal thickness, areal extent, depth range, quality and insitu quantity. Such a level of confidence will be sufficient to generate mine plans and estimate the quantity of product coal. Indicated resources may be estimated using data obtained from points of observation normally less than 1km apart. Trends in coal thickness and quality should not be extrapolated more than half the distance between points of observation.

iv) *Measured Resource* is a coal resource where the points of observation, which may be supplemented by interpretive data, are sufficient to allow a reliable estimate of average coal thickness, areal extent, depth range, quality and insitu quantity. This to provide a level of confidence sufficient to generate detailed mine plans and determine mining and coal beneficiation costs plus the specification for a marketable product. Measured coal resources may be estimated using data obtained from points of observation normally less than 500m apart. This distance may be extended if the competent person considers that any variation to the estimate would be unlikely to significantly affect potential economic viability.

Coal resource estimates are not precise calculations, as they are dependent upon the interpretation of limited information on the extent, continuity and thickness of coal seams and their quality.

Coal Reserves.

i) *A Coal Reserve* is the economically mineable part of a measured and/or indicated resource. It includes diluting materials and allowances for mining losses.

ii) *Probable Coal Reserve* is the economically mineable part of an indicated and in some circumstances a measured coal resource. Allowances are made for losses in mining and dilution. Factors such as mining method, marketing, legal, environmental, social and governmental have been assessed to demonstrate that at the time of reporting, coal mining can be justified.

iii) *Proved Coal Reserve* is the economically mineable part of a measured coal resource. Allowances are made for losses in mining plus the factors given for probable coal reserves. Proved coal reserves have been assessed to demonstrate that at the time of reporting, coal mining can be justified. Proved coal reserve is the highest confidence category of coal reserve estimates.

iv) *Marketable Coal reserve* represents tonnages of coal that will be available for sale, either as raw coal or beneficiated or otherwise enhanced coal product, where modifications to mining, dilution and processing have been considered. These may be reported with, but not instead of, coal reserves.

2.2. Canada

The Canadian Institute for Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM) approved the CIM Standards on Mineral Resources and Reserves – Definitions and Guidelines in 2000. This was updated in 2010 to reflect the more detailed guidance available, and maintain consistency with current regulations.

The mineral resource and reserve categories laid down are similar to those in the CRIRSCO Template and JORC Code (2004) and require the same level of competent person affiliated to an approved professional institution. As in JORC, resources are reported in ascending order of technical certainty as *inferred, indicated and measured resources.* Reserves are also reported as *probable and proven reserves* using the same criteria as in JORC (2004). The CIM guidelines are slightly more rigorous in terms of what a reasonable level of confidence entails. Spacing must be close enough for geological and quality continuity to be *reasonably* assessed.

All technical reports that disclose information about exploration or other mining properties to the public are governed by a number of regulations in Canada. For coal mining and other mineral properties it is the National Instrument (NI) 43-101. Guidelines are also set out in the Geological Survey of Canada Paper 88-21, 'A standardised coal resource/reserve reporting system for Canada', (Hughes et al 1989) but these must be in accordance with the CIM definition categories for public reporting.

In 1997, the Ontario Securities Commission and the Toronto Stock Exchange established the Mining Standards Task force which in 1999 recommended the adoption of the CIM Standards through NI 43-101.

All of the other international guidelines imply that there can be no fixed definition for the term 'economic', but that it is expected that companies will attempt to achieve an acceptable return on capital invested. In contrast, CIM guidelines consider that a comprehensive study of the viability of the coal project must have been performed which includes mining method, pit configuration, coal preparation (if required) and demonstrates that economic extraction is justified.

2.3. Europe (including UK)

The Pan European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC) Code (2008) sets out the minimum standards, recommendations and guidelines for Public Reporting of exploration results, mineral resources and mineral reserves in the United Kingdom, Ireland and Europe. The committee comprised personnel from the Institute of Materials Minerals and Mining, the Geological Society of London, the European Federation of Geologists and the Institute of Geologists of Ireland. The PERC Code draws from and is consistent with the CRIRSCO Template and national codes from which it is derived. The definitions in the PERC Code are either identical to or not materially different from those international definitions, the relationship of coal resources and coal reserves again conform as shown in Fig.1 (Thomas 2013.).

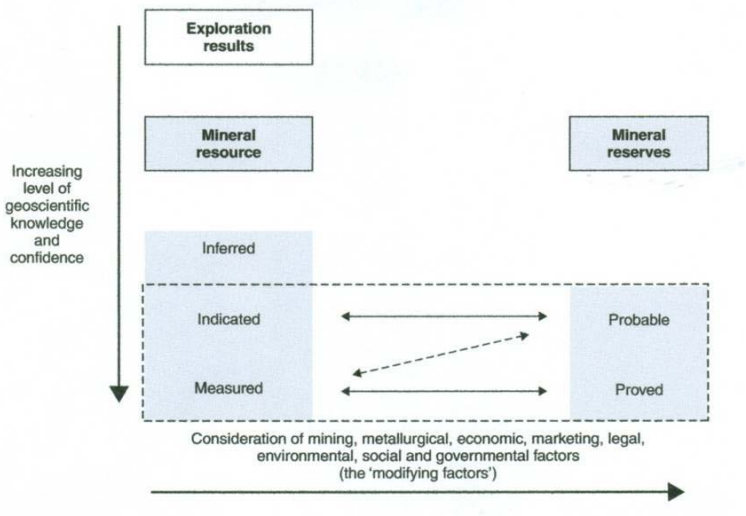


Figure 1. Relationship between mineral resources and mineral reserves (Thomas 2013), reproduced with permission of PERC and CRIRSCO.

As in the case of the JORC Code, coal resources are subdivided in order of increasing geological confidence i.e. inferred, indicated and measured categories. Specific distances between points of observation are not given, but in the case of indicated coal resources, locations are too widely or inappropriately spaced to confirm geological and/or quality continuity, but are spaced closely enough for continuity to be assumed. In the case of measured coal resources, the points of observation are spaced closely enough to confirm geological and quality continuity. In deciding between measured coal resources and indicated coal resources, the Competent Person may consider that any variation from the estimate would be unlikely to significantly affect potential economic viability.

Coal reserves are defined as the economically mineable part of a measured and/or indicated coal resource. They include dilution of materials and losses occurring when coal is mined. Coal reserves are sub-divided in order of increasing confidence into Probable coal reserves and Proved coal reserves. When reporting coal reserves, a clear distinction must be made between reserves where mining losses have been taken into account (known as Recoverable reserves or Run of Mine) and saleable product where both the mining and processing losses have been included (known as Marketable reserves). The bases used to measure coal quality should also be clearly reported.

Prior to the PERC Code, countries such as UK and Germany used classifications developed by their publicly owned coal industries, chiefly for the underground mining of black coal (Cook & Harris 1998). These industries have now disappeared and private coal mining companies needing to finance mining operations are working to CRIRSCO Codes requirements.

2.4. South Africa

In South Africa, the South African Code for Reporting of Mineral Resources and Mineral Reserves, the SAMREC Code (2009), is applicable to all minerals for which public reporting of exploration results, mineral resources and mineral reserves. This is required by the Johannesburg Stock Exchange. Again the SAMREC Code is virtually identical to the JORC and CIM Codes.

2.5. United Nations

In 2007, the Committee for Sustainable Energy of the Economic Commission for Europe (ECE) directed the Expert Group on Resource Classification (previously the Ad Hoc Group of Experts on Harmonization of Fossil Energy and Mineral Resources Terminology) to develop a revised United Nations framework Classification for Fossil Energy and Mineral Resources which would have worldwide application. This has resulted in the

development of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources (UNFC-2009). This classification is considered to be universally acceptable and internationally applicable for the classification and reporting of fossil energy and mineral resources and reserves, and the ECE believe that this is the only current classification in the world to do so.

UNFC-2009 applies to fossil energy and mineral resources and reserves located on or below the Earth's surface. It has been designed to meet the needs of applications pertaining to energy and mineral studies, resource management functions, corporate business processes and financial reporting standards. UNFC-2009 is a generic principle based system in which quantities are classified on the basis of the three fundamental criteria of economic and social viability (E), field project status and feasibility (F), and geological knowledge (G), using a numerical coding system. Combinations of these criteria enable a three dimensional system to be constructed.

The E category indicates the level of acceptability of social and economic conditions in order to establish the commercial viability of the project, taking into consideration legal, regulatory and environmental conditions together with market prices. This is subdivided as:

E1 category which indicates the extraction and sale of product has been confirmed to be economically viable.

E2 category indicates extraction and sale of product is expected to become economically viable in the foreseeable future.

E3 category indicates extraction and sale of product is not expected to become economically viable in the foreseeable future or evaluation is at a too early stage to determine economic viability.

The F category designates the level of investigation necessary to develop projects and produce mining plans. These range from early exploration through to a project which is mining and selling a product such as coal. Again this is subdivided as:

F1 category indicates the feasibility of extraction by a defined development project or mining operation has been confirmed.

F2 category indicates the feasibility of extraction by a defined development project or mining operation is subject to further evaluation.

F3 category indicates the feasibility of extraction by a defined development project or mining operation cannot be evaluated due to limited technical data.

The G category indicates the level of confidence in the geological knowledge and recoverability of the mineral, in this case, coal. Each discrete estimate reflects the geological knowledge and confidence associated with a

specific part of a deposit. There is always a degree of uncertainty associated with mineral estimates. This uncertainty is communicated by quoting discrete quantities of decreasing levels of confidence (high, moderate and low). The G category is subdivided as:

G1 category is quantities and qualities associated with a known deposit that can be estimated with a high level of confidence.

G2 category is quantities and qualities associated with a known deposit that can be estimated with a moderate level of confidence.

G3 category is quantities and qualities associated with a known deposit that can be estimated with a low level of confidence.

G4 category is for estimated quantities and qualities associated with a potential deposit, based primarily on indirect evidence.

Unlike JORC (2004), UNFC-2009 appears to give no precise definition of the levels of concentration of data points for each G category.

In addition to the E, F and G categories, sub categories are represented by a numerical code, the lowest numbers indicating the highest level of confidence. As the categories are always quoted in the same order, only the numerical codes are used as these are considered to be understood universally. The relationship of the three categories and their numerical notation indicating increasing levels of confidence are summarised in Table 2 (UNFC-2009). These can then be assigned classes and subclasses to indicate the status of any project.

Table 2. UNFC-2009 Fossil Energy Reserves and Resources Primary Classes (based on UNFC-2009)

Total Commodity Initially in Place	Extracted	Sales Production			
		Non-Sales Production[a]			
		Class	Categories		
			E	F	G[b]
	Future recovery by commercial development projects or mining operations	Commercial Projects[c]	1	1	1, 2, 3
	Potential future recovery by contingent development projects or mining operations	Potentially Commercial Projects[d]	2[e]	2	1, 2, 3
		Non-Commercial Projects[f]	3	2	1, 2, 3
	Additional quantities in place associated with known deposits[g]		3	4	1, 2, 3
	Potential future recovery by successful exploration activities	Exploration Projects	3	3	4
	Additional quantities in place associated with potential deposits[g]		3	4	4

Although the UNFC-2009 system is being adopted by a number of coal producing countries, it is fair to say that the current preference of western finance houses and stock exchanges has been to use the JORC Code or the Canadian NI 43-101 guidelines when assessing project finance.

2.6. United States

Prior to the international rationalisation of the reporting of mineral resources,, the United States Geological Survey had proposed and published a coal resource classification system (Wood et al 1983). The system was the precursor to the subsequent classifications notably the JORC Code.

Coal resources and reserves are classified on the basis of geological certainty and economic feasibility of their recovery, together with legal, environmental and technical considerations. The term resource is defined as naturally occurring deposits of coal in the earth's crust in such form and amounts that economic extraction is currently or potentially feasible.

Geological certainty is related to the distance from points where coal is measured or sampled, thickness of coal and overburden, knowledge of rank, quality, depositional history, areal extent, correlations of coal seams and associated strata, and structural history.

The economic feasibility of coal recovery is affected not only by geological factors but also by economic variables such as the price of coal against mining costs, coal preparation costs, transport costs and taxes, environmental constraints and changes in the demand for coal.

The term resource is defined as naturally occurring deposits of coal in the earth's crust in such forms and amounts that economic extraction is currently or potentially feasible.

The heirarchy of coal resources/reserves categories outlined by the United States Geological Survey is given in Fig. 2 (Thomas 2013, after Wood et al 1983), and the application of the reliability categories based on distance from points of measurement, i.e. coal outcrops and boreholes, by the United States Geological Survey is demonstrated in Fig.3 (Thomas 2013, after Wood et al 1983).

Original Resources is the amount of coal in place before production, the total of original resources is the sum of the identified and undiscovered resources plus the coal produced and coal lost in mining.

Remaining Resources include all coal after coal produced and coal lost in mining is deducted.

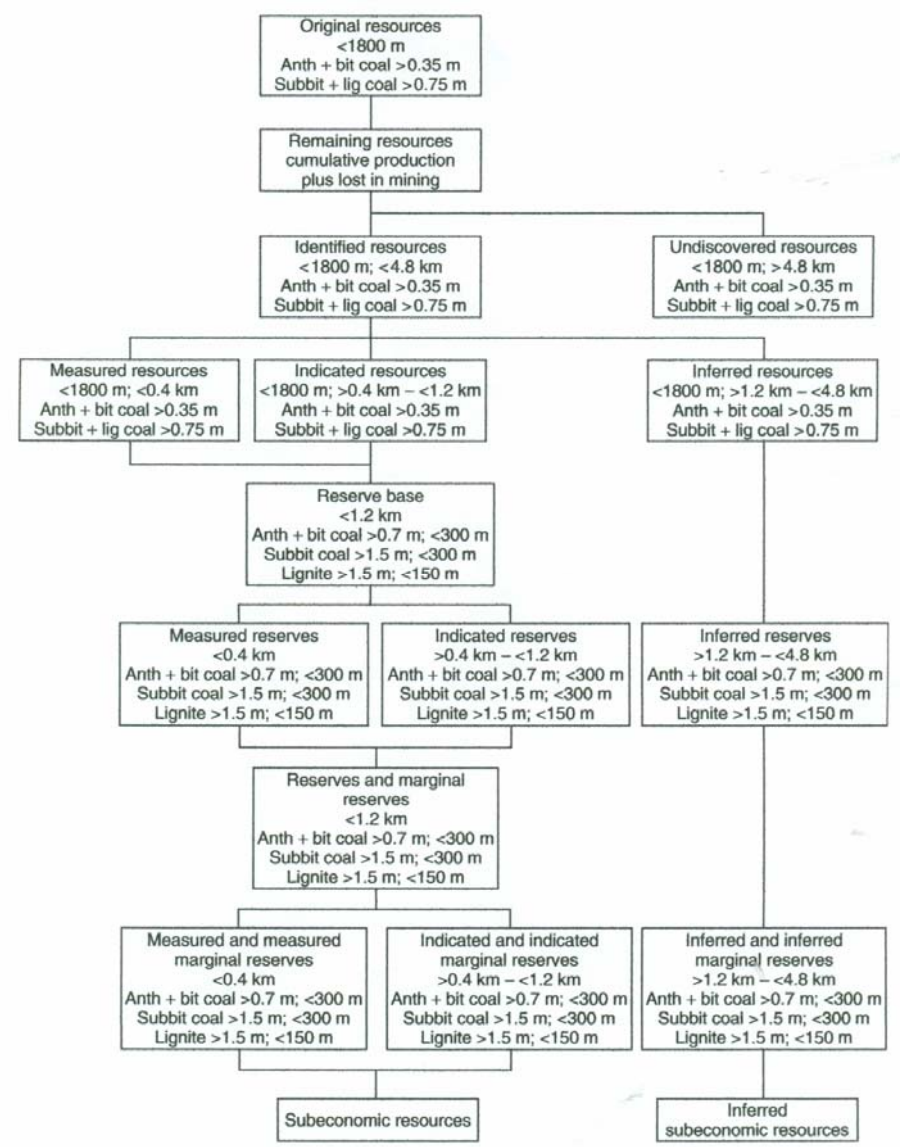


Figure 2. Criteria for distinguishing coal resource categories, adapted from USGological Survey hierarchy of coal resources, (In: Thomas 2013 after Wood et al 1983) anth = anthracite; bit = bituminous; subbit = subbituminous; lig =lignite.

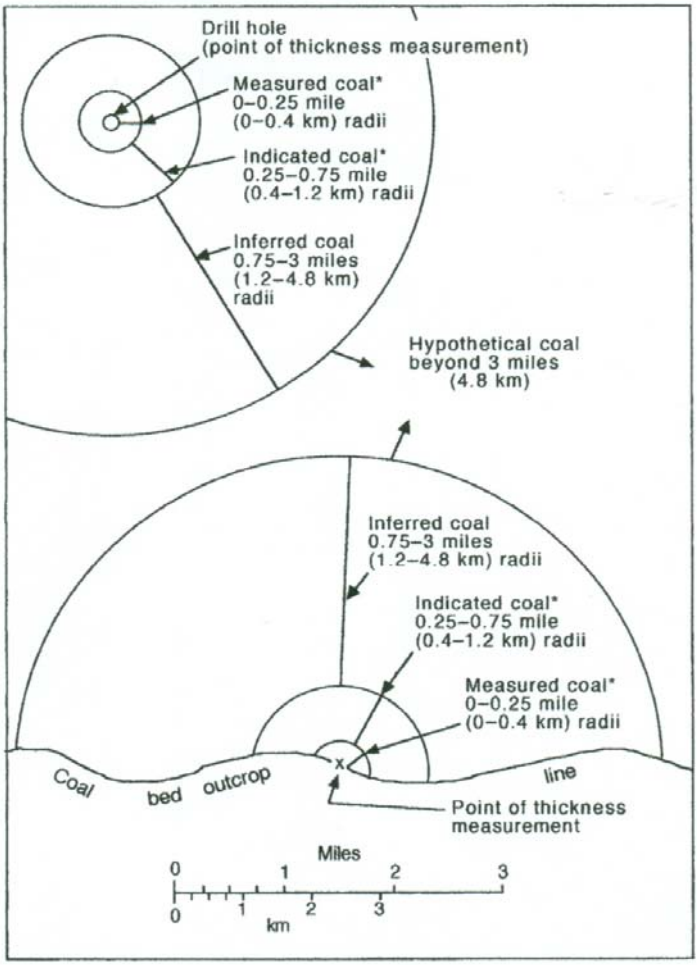


Figure 3. Diagram showing reliability categories based solely on distance from points of measurement (In: Thomas 2013, from Wood 1983).

Identified Resources are those resources whose locations, rank, quality and quantity are known or estimated from specific geological evidence. The levels of control or reliability can be subdivided into inferred, indicated and measured resources.

These subdivisions are determined by projecting the thickness of coal, rank and quality data from points of measurement and sampling on the basis of geological knowledge.

Inferred Resources are assigned to individual points of measurement which are bounded by measured and indicated coal for 1.2km, succeeded by 4.8km of inferred coal. Inferred resources include anthracite and bituminous coal

0.35m or more in thickness and subbituminous coal and lignite 0.75m or more in thickness to depths of not more than 1800m. Coal resources outside these limits are deemed hypothetical in nature.

Indicated Resources are assigned to individual points of measurement bounded by measured coal for 0.4km succeeded by 0.8km of indicated coal. Indicated resources have the same thickness and depth limits as inferred resources.

Measured Resources are determined by the projection of the thickness of coal, rank and quality data for a radius of 0.4km from a point of measurement. Measured resources also have the same thickness and depth limits as indicated and inferred resources.

The *Reserve Base* is identified coal defined only by physical and chemical criteria as determined by the geologist. The concept of the reserve base is to define a quantity of in-place or *insitu* coal, any part of which is, or may become, economic. This will depend upon the method of mining and the economic assumptions that will be used.

The reserve base includes coal categories based on the same distance parameters given for coal resources but further defining the coal thickness and depth criteria, i.e. anthracite and bituminous coal to be 0.7m or more, subbituminous coal to be 1.5m or more, all to occur at depths not more than 300m, lignite to be 1.5m or more at depths not greater than 150m.

Inferred Reserves include all coal conforming to the thickness and depth limits defined in the reserve base, and bounded by the same distance limits as given for inferred resources.

Indicated Reserves include all coal conforming to the thickness and depth limits defined in the reserve base, and bounded by the same distance limits as given for indicated resources.

Measured Reserves include all coal conforming to the thickness and depth limits defined in the reserve base, and bounded by the same distance limits as given for measured resources.

Marginal Reserves are those reserves that border on being economic, i.e. they have potential if there is a favourable change in circumstances, mining restrictions are lifted, quality requirements are changed, lease areas become available, or there is a newly created demand for the type of coal held in this reserve category.

Subeconomic Resources are those in which the coal has been lost in mining, is too deeply buried, or seam thickness becomes too thin, and/or the coal quality deteriorates to unacceptable limits.

Following on from this systematic attempt to classify coal resources and reserves, the United States in 1997, in association with the other members of

CRIRSCO and the Society for Mining, Metallurgy and Exploration (SME) produced the Guide for Reporting Exploration Information, Mineral Resources and Mineral Reserves. The definitions given are again in broad agreement with the JORC Code.However there are differences between the content of the SME Guide and the United States Securities and Exchange Commission (SEC) who have not accepted the internationally recognised concepts of reporting mineral resources and the signing off of technical reports by a competent person.

2.7. Russian Federation

The Russian system for reporting estimates of coal resources and reserves has a different objective from the CRIRSCO Template. The Russian system comprises detailed documentation presented in a set format according to Russian Federation law, the primary purpose of which is the estimation and recording of the country's coal assets. This contrasts with the CRIRSCO Reporting Template which provides a standard terminology for use in assessing assets of projects and mining companies for disclosure to stock markets and financial institutions. The Russian standard of public reporting of exploration results, resources and reserves of solid minerals including coal, has not been included in the range of internationally accepted standards and codes.

As in the case of other resource reporting systems, the Russian Federal Government Agency State Commission on Mineral Reserves (FGU GKZ) requires an independent audit on resource estimates to be carried out by recognised GKZ competent persons. These are normally members of the Society of Experts of Russia for Mineral Resource Usage (OERN) whichis a member organisation of the European Federation of Geologists (EFG).

According to the level of geological knowledge, the Russian system identifies four levels of resource. These are in order of decreasing geological knowledge, A, B, C_1 and C_2. The Russian system also has additional categories of 'prognostic resources' designated P_1, P_2 and P_3. These include resources less well known than C_2 resources in descending order of knowledge and can represent those resources at a deeper level or outside the boundaries of the deposit under examination. The Russian classification also groups coal resources according to their geological complexity from 1st (simplest) to 4th (extremely complex). Category A resources are only in 1st level of geological complexity, category B resources are in 1st and 2nd levels of geological complexity, category C_1 can include 1st, 2nd and 3rd levels of geological complexity and where areas have been studied in detail, can include the 4th level of geological complexity. C_2 category includes all 4 levels of geological complexity.The CRIRSCO measured and indicated

resources are equivalent in terms of definition to Russian resource categories A, B, C_1 and C_2 based only on the level of geological knowledge (Dixon 2010). The relationship between the Russian classification and the CRIRSCO template is shown in Fig.4 (Thomas 2013, from Dixon (2010).

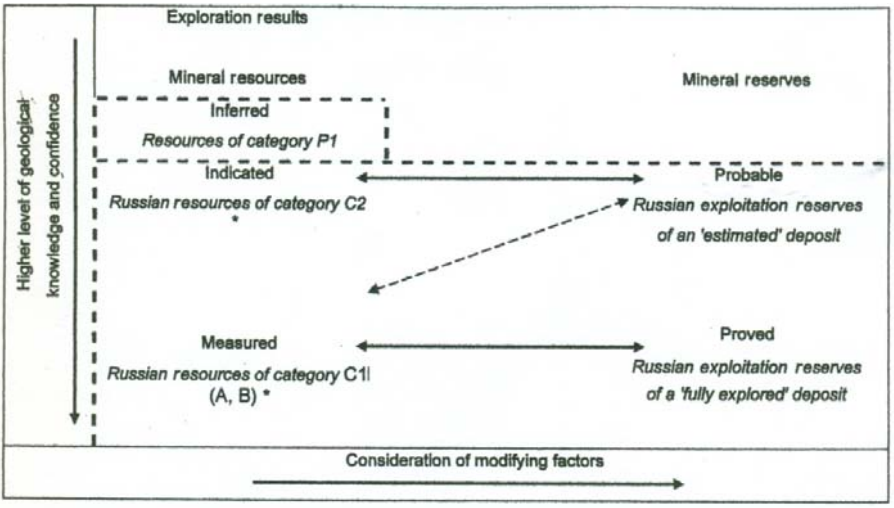


Figure 4. Relationship of Russian and CRIRSCO classifications.Thomas (2013) from Dixon (2010) reproduced with permission of GKZ and CRIRSCO.

Two levels of modifying factors are also determined, these represent a lower level of detail required for a 'Technical-Economic Justification (TEO) of provisional conditions i.e. a pre-feasibility study, and a higher level of detail required for a TEO of permanent conditions i.e. a full feasibility study. These two documents equate to an estimated coal deposit and a fully explored coal deposit. In addition, resources are classified into two categories according to their economic significance. These are 'balanced' resources which are economically exploitable, and 'off balanced' resources which are only potentially economic. Balanced resources represent tonnage and qualities before any dilution or mining losses are applied. Once such losses are applied, these are then referred to as Exploitation Reserves (or Industrial Reserves), these correspond to the Probable and Proved coal reserves categories in the CRIRSCO Reporting Template (Fig.4 Thomas 2013, from Dixon 2010).

It should be noted that the countries in Eastern Europe which have previously used the Russian Classification are now reviewing their classifications and some are recommending the adoption of the UNFC-2009 Code, e.g. Serbia (Ilic et al 2009).

The conversion of coal resources/reserves estimated according to the Russian system as equivalents in the CRIRSCO Reporting Template e.g. the JORC Code, again requires the signature of a Competent Person.

2.8 Peoples Republic of China

The traditional Chinese resource classification was developed from the former Soviet system, and is now phased out. This classification used categories A to F based on decreasing levels of geological confidence. This was replaced with the 1999 Chinese Mineral Resource/Reserve Classification which was based in part on the 1999 United Nations Framework Classification of Fossil Energy and Mineral Resources (UNFC), which included the incorporation of CRIRSCO definitions (in 1998). This classification has been reviewed in 2007/2008 as the current Chinese Classification System was not regarded as particularly useful for reporting in a market economy. It was not easily comparable with the CRIRSCO group of Codes such as the JORC Code (Stoker 2009).The updated 2004 Chinese Mineral Resource/Reserve Classification classifies resources/reserves on the basis of geological knowledge and interpreted continuity (the UNFC 'G' category), and on the basis of project economics and feasibility study status (UNFC 'F' and 'E' categories). The system contains 16 categories which are referenced by a three digit number in the same EFG notation as outlined in the UNFC Classification. Fig 5 (Thomas 2013, from Stoker 2009) illustrates this classification and includes the term 'basic reserve' (suffix 'b') which is the total quantity of insitu reserve which forms the basis for the Recoverable Reserve. The EFG system has, in addition, the letter 'M' put after the E category for Marginally Economic Reserves, and the letter 'S' after the E category for Sub-Marginally Economic Reserves. Historically there has also been a category of 'Undiscovered Resources' which has no equivalent in the CRIRSCO Codes.

The requirement of a Competent Person to sign off on resource/reserve reporting is not applicable in the Peoples Republic of China. However, where foreign investors are involved, a Competent Person must provide a comparison between resource estimates which are non-compliant with CRIRSCO codes and CRIRSCO Codes such as the JORC Code. The Chinese Classification system is currently under review to simplify its numerous categories and bring it into line with the CRIRSCO and JORC Codes (Stoker 2009).

		Discovered			Undiscovered	
		Measured	Indicated	Inferred	Predicted	
Economic	Fea-	111 111b				
	Pre-	121 121b	122 122b			
Marginally Economic		2M11 2M21	2M22			
Sub-economic		2S11 2S21	2S22			
Intrinsic Economic		331	332	333	334?	

Figure 5. Chinese mineral resources and reserves classification (Stoker, 2009)

2.9 India

India coal resources are reported on the basis of the Indian Standard Procedure 1956. The Geological Survey of India locates coal bearing areas and has assessed and classified coal into categories, inferred, indicated and proven. The Central Mine Planning and Design Institute then converts such 'indicated' reserves into the 'proven' category through detailed exploration. This is a geological resource classification without the assessment of coal quality or mineability of the coal. It has included coal resources that are unavailable for exploitation or areas sterilised by fire etc.

(Chand and Sarkar 2006) have stated that India is to review and follow the UNFC classification format so as to include economically mineable and technically feasible parts of a measured or indicated coal resource. This is reinforced in 2011 by The Energy Research Institute (TERI) which has stated that the total coal inventory is not so important, what is important is how technically feasible is it to mine the coal. TERI suggests that India should adopt the UNFC-2009 Code for resource/reserve classification (Kulkarni 2011). This will give a more realistic assessment of India's coal resources/r

eserves related to economic and technical viability.

3. WORLD COAL RESERVES

Estimates of proven coal reserves for black coal i.e. for anthracite and bituminous coals, and for brown coal i.e. sub-bituminous coal and lignite, are given in Table 3. These figures are taken from the World Energy Council (WEC) Survey of Energy Resources (2010) and from the BP Statistical Review of World Energy (2012). These proven reserves are those which can be regarded with reasonable certainty to be recoverable from known deposits under existing economic and operating conditions, and does not include those large resources of coal which are currently being, or will in the future, be fully evaluated.

Table 3. WORLD COAL RESERVES (million tonnes) based on WEC (2010) and BP Statistical Review of World energy (2012).

Region	**Bituminous + Anthracite**	**Sub-bituminous + Lignite**	**Total**
US	108501	128794	237295
Canada	3474	3108	6582
Mexico	860	351	1211
Total N.America	**112835**	**132253**	**245088**
Brazil	-	4559	4559
Colombia	6366	380	6746
Venezuela	479	-	479
Other S.&C. America	45	679	724
Total S.&C. America	**6890**	**5618**	**12508**
Bulgaria	2	2364	2366
Czech Republic	192	908	1100
Germany	99	40600	40699
Greece	-	3020	3020
Hungary	13	1647	1660
Kazakhstan	21500	12100	33600
Poland	4338	1371	5709
Romania	10	281	291
Russian Federation	49088	107922	157010
Spain	200	330	530
Turkey	529	1814	2343
Ukraine	15351	18522	33873
United Kingdom	228	-	228
Other Europe & Eurasia	1440	20735	22175

Table 3. WORLD COAL RESERVES (million tonnes) based on WEC (2010) and BP Statistical Review of World energy (2012).

Total Europe & Eurasia	**92990**	**211614**	**304604**
South Africa	30156	-	30156
Zimbabwe	502	-	502
Other Africa	860	174	1034
Middle East	1203	-	1203
Total Africa & Middle East	32721	174	32895
Australia	37100	39300	76400
China	62200	52300	114500
India	56100	4500	60600
Indonesia	1520	4009	5529
Japan	340	10	350
New Zealand	33	538	571
North Korea	300	300	600
Pakistan	-	2070	2070
South Korea	-	126	126
Thailand	-	1239	1239
Vietnam	150	-	150
Other Asia Pacific	1582	2125	3707
Total Asia Pacific	159326	106517	265843
TOTAL WORLD	404762	456176	860938

The table gives an overall total of 860,938 Mt for those known deposits in the world today. Such a figure in itself is meaningless, but the regional totals do give an indication as to the geographical distribution of the bulk of the world's black coal (404,762 Mt) and brown coal (456,176 Mt) resources. Those countries with one million tonnes or less are omitted from the table.

In North America, South and Central America, Australia and China, reserves of black and brown coal are evenly divided. In Africa, reserves are predominantly black coal, and in Europe and Eurasia, there are greater reserves of brown coal (Table 2.3). The distribution of proved reserves shows little change over the last 20 years, the chief increases being in the Asia Pacific region.

4. THE FUTURE

The world consumption of fossil fuels will continue to increase, currently they still meet around 90% of primary energy requirements. Coal is a major fuel source for electricity generation as well as for the metallurgical industry. The economic growth of countries such as the Peoples Republic of China, India and Indonesia has both increased the production and demand for coal,

and although the older industrialised have reduced their dependence on coal as a fuel, the demand for coal, particularly 'clean coal' will only increase.

To meet the demands for coal, countries are reassessing their own coal resources. Some of these, previously considered as uneconomically recoverable, in the current economic climate may now be viewed as economically mineable. Future exploration both in traditional areas and new in coal deposits such as in Mongolia, will continue to be a feature over the coming decades.

REFERENCES

1. BP plc (2011) *BP Statistical Review of World Energy, June 2012,* London, 45pp. Chand, S. K. & Sarkar, S. K. (2006) Demystifying Coal Security. *The Economic Times, India (14 April 2006).*
2. Cook, P. J. & Harris, P. M. (1998) Reserves, resources & the UK mining industry. *International Mining & Minerals, May 1998, V.1 No.5,* 120-133
3. Dixon, R., Chairman, Russian Federal Government Agency, State Commission on Mineral Reserves (FGU GKZ), & Committee for Mineral reserves International Reporting Standards (CRIRSCO) (2010) Guidelines on Alignment of Russian Mineral Reporting Standards and the CRIRSCO Template, 112pp
4. Hughes, J. D., Klatzel-Mudry, L., &Nikols, D. J. (1989) A standardized coal esource/reserve reporting system for Canada. *Geological Survey of Canada, Paper 88-21,* 17pp
5. Ilic, M., Pavlovic, V., Vukas, R., Beljic, C. (2009) A Comparative Analysis of Serbian and World Classifications of Mineral Reserves and Resources and Proposals for Innovation and Harmonisation of Serbian Classification. *Proc. of 8th Int. Conf. Nonmetals 2009, Vrujci Spa, Serbia* 1-12
6. Kulkarni, V., (2011) The Truth about India's Coal. *The Hindu Business Line, March 2011.* PERC Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (2009). The PERC Reporting Code 2008, 51pp
7. Stoker, P. (2009) Progress on the revision of Chinese Mineral Resources and Mineral Reserves Reporting Standard. *JORC Bulletin, April 2009,* 20-21
8. Thomas, L. P. (2013) *Coal Geology* (2nd Ed), Wiley-Blackwell 444pp
9. UNFC United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves & Resources (2009) *The United Nations Economic Committee for Europe (UNECE) Energy Series no.39* 20pp
10. Wood, G. H. Jr, Kehn, T. A., Devereux Carter, M. & Culbertson, W.C. (1983) Coal Reserve Classification System of the US Geological Survey. USGS Circular No. 891, 65pp

POSLOVNI PROGRAMI KAO ELEMENTI PLANSKOG ODLUČIVANJA U PREDUZEĆU

BUSINESS PROGRAMS AS ELEMENTS OF PLANNING DECISIONS IN THE COMPANY

Tošović R.[1]

Apstrakt

Uspešno ekonomsko poslovanje preduzeća zahteva dobro planiranje poslovanja i definisanje potrebnih planskih elemenata. Navedena aktivnost je sastavni deo menadžerske funkcije planiranja, kojom treba utvrditi ciljeve tekućeg poslovanja i razvoja preduzeća, zatim izvršiti predviđanje i definisanje budućih poslovnih zadataka, kao i uslova u kojima se zadaci izvršavaju i ciljevi ostvaruju. Planiranjem se koncipiraju poslovne aktivnosti preduzeća, tako da vode ostvarenju postavljenih poslovnih ciljeva. Planiranjem, kao primarnom funkcijom menadžmenta započinje upravljačko odlučivanje, čime se u toj fazi aktivnosti utvrđuju ciljevi, politike, strategije, programi i planovi tekućeg poslovanja i razvoja preduzeća. Odgovarajuće planske odluke se donose, s jedne strane, na osnovu analize i kritičke ocene poslovanja preduzeća u ranijem periodu i, s druge strane, predviđanja uslova poslovanja u budućem periodu. Donošenje kvalitetnih poslovnih odluka se mora zasnivati na realnim poslovnim činjenicama i dobrom poznavanju područja poslovanja. Na osnovu toga menadžment je u mogućnosti da definiše odgovarajući poslovni program aktivnosti, da proceni postojeće poslovne varijante i da odabere najpovoljnije rešenje u cilju uspešnog poslovanja.

Ključne reči: Preduzeće, Program, Planiranje, Poslovanje, Poslovno odlučivanje.

Abstract

[1] Prof. dr Radule Tošović, dipl. inž. geol, dipl. ecc., Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, Departman Ekonomske geologije, Beograd

Successful economic business in companies requires good planning, business planning and defining the necessary elements. This activity is an integral part of the managerial functions of planning, which aims to identify current business and development of the company, then perform forecasting and defining future business tasks, and the conditions under which the tasks are performed and goals are achieved. Planning to conceive a business company, to lead the achievement of set business targets. Planning, as the primary function of management decision-making begins with management, which at this stage activities establish objectives, policies, strategies, programs and plans of current operations and future development. Appropriate planning decisions are made, on the one hand, based on the analysis and critical evaluation of business operations in the past and, on the other hand, forecasts of business conditions in the future. Quality business decisions must be based on facts and real business sound knowledge of business areas. Based on this, management is able to define adequate business action program, to evaluate existing business options and choose the best solution for successful business.

Keywords: Company, Program, Planning, Business, Business Decision.

1. UVOD

Funkcija planiranja je deo upravljanja preduzećem, kao kontinuiranog procesa pokretanja i usmeravanja poslovnih aktivnost zaposlenih radi ostvarenja postavljenih ciljeva poslovanja. U okviru funkcije planiranja vrši se izbor pravaca akcija za pribavljanje, lokaciju, korišćenje i zamenu resursa preduzeća [13]. U tom smislu planiranje ujedno predstavlja i osnovu za obavljanje menadžerskih aktivnosti, u koje spadaju organizovanje, zapošljavanje, uticanje i kontrolisanje. Jedan od najznačajnijih menadžerskih rezultata u procesu upravljanja je menadžerska odluka i njena implementacija u poslovnoj aktivnosti. Planiranje kao deo procesa upravljanja, prati plansko odlučivanje, od koga zavise tekuće poslovanje preduzeća, ali i dugoročni razvoj, funkcionisanje i opstanak preduzeća na tržištu.

Savremeni procesi poslovnog planiranja i odlučivanja u preduzeću obuhvataju raznovrsne i složene aktivnosti, koje se odnose na utvrđivanje ciljeva poslovanja i razvoja preduzeća, kao i definisanje odgovarajućih poslovnih aktivnosti za njihovo ostvarenje. U kompleksnim uslovima savremenog poslovanja preduzeća analiza uslova, načina i stanja poslovnih aktivnosti uz identifikovanje podsticaja i ograničenja, internog i eksternog tipa, predstavljaju

osnovu za definisanje poslovnih odluka i preduzimanje odgovarajućih poslovnih akcija. Poslovanje preduzeća, kao dinamičan i turbolentan proces, nalaže potrebu kontinuiranog preispitivanja i provere ciljeva, planova i donetih odluka, kako bi preduzeće moglo spremno da odgovori na tržišnu konkurenciju, tržišne oscilacije i razvoj savremenih metoda i tehnologija.

Uspešan menadžment preduzeća posebnu pažnju poklanja kvalitetu donetih planskih odluka, od kojih direktno zavisi obavljanje svih mendžerskih aktivnosti i funkcija [22]. Propusti i nedostaci procesa planiranja uslovljavaju spontano reagovanje menadžera na promene u poslovanju, umesto reagovanja uz odgovarajuće plansko predviđanje i pripreme. Planske odluke se moraju donositi unapred, a odnose se na poslove koje treba uraditi, vreme kada ih treba uraditi i određenje ko treba da ih uradi. Otuda menadžeri koriste poslovne planove i kao standarde poslovanja, koji su neophodni za kontrolisanje preduzeća, kroz komparaciju onoga što se desilo, sa onim što je trebalo da se desi [2].

Funkcija planiranja predstavlja veoma složenu aktivnost menadžmenta, koja obuhvata više oblika planskih odluka, kao što su: (a) Utvrđivanje ciljeva poslovanja preduzeća; (b) Izbor poslovne politike; (c) Utvrđivanje strategije; (d) Donošenja programa i (e) Izrada planova [2]. Iz navedenog prikaza vrsta planskih odluka direktno se može videti da je planiranje primarna faza procesa upravljanja, koji omogućuje menadžmentu da sa više pouzdanosti koordinira poslovanje preduzeća i spreči iznenadni uticaj faktora iz okruženja na rezultate poslovanja. Realizacijom donetih planskih odluka omogućuje se ostvarivanje poslovnih rezultata na osnovu pribavljanja i korišćenja ljudskih i materijalnih resursa, pri čemu se rezultat poslovanja finansijski izražava u vidu dobiti/profita, kao konačnog ekonomskog efekta oplodnje uloženog kapitala.

Preduzeća u Srbiji, obuhvatajući i mineralni sektor, ozbiljno se suočavaju sa tržišnim uslovima rada, tržišnom konkurencijom, tržišnim ograničenjima i tržišnom valorizacijom rezultata, kao ekonomskog kriterijuma vrednosti ostvarene proizvodnje proizvoda i usluga [14]. Aktuelni privredni trenutak u Srbiji obeležavaju kako posledice ozbiljne ekonomske krize, tako i obeležja nezavršene tranzicije i posebnog uticaja procesa globalizacije, zbog čega preduzeća moraju vršiti izmene i poboljšanja u poslovanju. S obzirom

na generalno ograničene sopstvene finansijske, materijalne i dr. resurse, ali i obim i uticaj inostrane konkurencije, domaća preduzeća moraju biti, u znatno većoj meri, organizovana i osposobljena da obavljaju svoju ekonomsku, tržišnu i društvenu ulogu. Sastavni deo ovog unapređenja poslovanja odnosi se i na značajno unapređenje poslovnog planiranja i izrade kvalitetnih programa, kao planskih odluka bitnih za uspešnost rada i poslovanja preduzeća.

Problematika tretirana ovim radom jednim delom polazi od osnovnih postavki ekonomije, mikroekonomije, ekonomike poslovanja i menadžmenta [1-13, 22]. Drugim delom predstavlja rezultat autorskih studioznih analitičko-sintetičkih, induktivno-deduktivnih i sistematičnih studijskih proučavanja u domenu menadžmenta, efikasnosti i poslovnog odlučivanja [14-21]. Osnovni cilj ovog rada je da ukaže na ulogu i značaj programa, kao elemenata planskih odluka u poslovanju preduzeća u savremenim ekonomskim i tržišnim uslovima.

2. PROGRAMI I PLANSKO ODLUČIVANJE

Proces planiranja predstavlja sistematizovano sagledavanje budućih poslovnih aktivnosti preduzeća, kako bi se pripremile odgovarajuće mere za akcije u sadašnjosti. Planiranje na taj način direktno doprinosi poboljšanju položaja preduzeća u njegovom ukupnom tržišnom okruženju i konkurentskom ambijentu. Poslovno planiranje proističe iz potrebe preduzeća da stalno unapređuje poslovanje i da se ne miri sa postojećim stanjem.

Kroz plansko odlučivanje menadžeri nastoje da unesu više izvesnosti i pouzdanosti u poslovanje, ostvarivanje poslovnih ciljeva i realizaciju planskih zadataka. Time planiranje omogućuje ostvarivanje određenih poslovnih efekata do kojih ne bi došlo bez ove funkcije menadžmenta [2]. Planiranje nije ograničeno na predviđanje i procenu uslova poslovanja preduzeća u budućnosti, već obuhvata organizovanu aktivnost na kontrolisanju i promeni budućnosti, kako bi bio ostvaren potreban poslovni efekat i finansijski rezultat preduzeća.

U menadžerskoj pripremi poslovnih aktivnosti, ciljeve poslovanja preduzeća utvrđene u procesu planiranja neophodno je operacionalizovati u vidu: zadataka koje treba obaviti, vremena njihovog izvršavanja i resursa potrebnih za ostvarivanje planiranih ciljeva. Upravo ovaj postupak konkretizacije planiranih ciljeva

predstavlja programiranje, kao jednu od aktivnosti menadžmenta u ukupnom procesu planiranja [2].

Konačni proizvod aktivnosti menadžmenta na programiranju predstavlja program, kao specifičan element planske odluke. Menadžment preduzeća vrši sačinjavanje programa nakon utvrđivanja ciljeva, formulisanja politike i definisanja poslovne strategije. Za preciznije određivanje aktivnosti na realizaciji planiranih ciljeva neophodno je ne samo formulisanje politike, kao stava u ponašanju preduzeća, i strategije, kao načina sticanja konkurentskih prednosti, nego i razrada ciljeva u odgovarajuće zadatke, zatim raspored vremena njihovog izvršavanja, kao i planiranja potrebnih kadrovskih i materijalnih resursa za njihovo obavljanje.

Aktivnost menadžmenta na konkretizaciji planiranih ciljeva, politika i strategija se obavlja kroz proces programiranja, kojim se planiranje približava funkciji izvršenja. Pri tome proces planiranja u celini predstavlja nadležnost menadžmenta, dok je realizacija planiranih ciljeva u nadležnosti poslovnih funkcija preduzeća, kao nosilaca neposrednog obavljanja poslovne delatnosti. Zato se programom neposrednije raspoređuju zadaci, koje je neophodno obaviti u odgovarajućim intervalima, uz angažovanje potrebnih kadrova, kao i primenu raspoloživih sredstava.

Neposredno ostvarenje planiranih ciljeva moguće je različitim varijantama programa, zbog čega pri izboru odgovarajućeg programa kao osnovni kriterijum služi planirani cilj poslovanja preduzeća. Pri tome, krajnji ograničavajući faktor orijentacije menadžmenta na pojedine programe jeste raspolaganje neophodnim finansijskim sredstvima. Navedeno ograničenje direktno proističe iz okolnosti da u uslovima tržišne privrede, sve poslovne aktivnosti u radnom i proizvodnom ciklusu započinju i obavljaju pomoću neophodnih finansijskih sredstava.

Aktivnosti preduzeća mineralnog sektora karakterišu posebne specifičnosti u delu sa planskim odlučivanjem, a koje direktno proističu iz posebnosti istraživanja, eksploatacije i tehnološkog tretiranja metaličnih, nemetaličnih i energetskih mineralnih sirovina. Kompleksan proces geoloških istraživanja, kroz koje se definišu kvalitativne i kvantitativne karakteristike ležišta vremenski može potrajati pet i više godina. Za navedeno osim stručnog geološkog, posebno je značajna ekonomska dimenzija, jer su u navedenom

periodu sva uložena investiciona sredstva praktično zamznuta, jer nema njihovog povraćaja kroz eksploataciju i prodaju mineralne sirovine na tržištu. Planiranje mogu dodatno iskomplikovati nagle promene na tržištu, poput odnosa ponude i tražnje za mineralnim sirovinama, odnosno promene odnosa tržišnih cena mineralne sirovine prema projektovanim troškovima istraživanja, eksploatacije i tehnološkog tretiranja mineralnih sirovina, koje direktno mogu uticati na bilansnost rezervi mineralnih sirovina, odnosno profitabilnost poslovanja preduzeća.

3. SADRŽAJ PROGRAMA

Program, kao specifična planska odluka, ima svoje elemente pomoću kojih se konkretizuje razrada planiranih ciljeva, politika i strategija preduzeća. Kao najvažniji elementi programa javljaju se: (a) Zadaci; (b) Rezultati; (c) Resursi; (d) Organizacione jedinice i (e) Vreme [2].

Zadaci predstavljaju prvi element programa kao planske odluke. Ciljevi, kao generalno usmerenje preduzeća, mogu se realizovati tek po formulisanju zadataka, koje treba neposredno obaviti. Npr., ako se kao krajnji cilj preduzeća postavi sticanje određene dobiti/profita na iznos uloženog kapitala, neophodno je pribaviti odgovarajuću količinu materijala, zatim proizvesti dovoljnu količinu proizvoda i prodati proizvode na tržištu po cenama većim od troškova poslovanja. Kao programski zadaci, koje sadrži program poslovanja u prethodnom primeru, kao najvažniji mogu se izdvojiti aktivnosti nabavke, proizvodnje, prodaje, kao i finansiranja poslovanja. Navedeni programski zadaci mogu se dalje raščlanjivati na grupe poslova u okviru izvršnih funkcija preduzeća. Navedenim se mogu dodati i zadaci, koji se u programu poslovanja raspoređuju na pojedine segmente menadžmenta, prema njihovim hijerarhijskim nivoima u upravljačkoj strukturi preduzeća.

Rezultati poslovanja, kao element programa, ispoljavaju se u vidu proizvoda ili usluga, koji se mogu ponuditi potrošačima posredstvom tržišta. Kao drugi oblik rezultata poslovanja preduzeća javlja se realizovana tržišna vrednost proizvoda i usluga, u vidu ukupnog prihoda. Nakon pokrivanja troškova materijala i sredstava za rad, kao i isplata zarada radnicima, preduzeću ostaje dobit/proflt. Iz ostvarene dobiti/profita plaćaju se obaveze prema društvenoj zajednici u vidu poreza. Preostali deo nakon plaćanja poreza predstavlja osnovu za

finansiranje proširene reprodukcije, kao i za isplate dividendi akcionarima, koji su uložili kapital u finansiranje poslovanja preduzeća.

Resursi predstavljaju raspoložive kadrovske potencijale i materijalna sredstva preduzeća. Oni su osnovni unutrašnji uslovi za ostvarivanje programa poslovanja preduzeća, kao segmenta planskog odlučivanja. Navedeni resursi treba da imaju veoma složenu i raznovrsnu strukturu, koju je neophodno prilagoditi potrebama realizacije programa. Navedenu raznovrsnost nije teško obezbediti, jer se svi elementi kadrovskih i materijalnih resursa pribavljaju za novac. Naime, potrebni kadrovski resursi se angažuju uz ugovaranje odgovarajuće naknade za obavljeni posao, a sredstva za proizvodnju se kupuju na tržištu kao roba.

Organizacione jedinice uspostavljaju se na osnovu podele rada u okviru preduzeća. One su, u stvari, elementi organizacione strukture preduzeća i predstavljaju nosioce parcijalnih zadataka u okviru ukupne njegove delatnosti. Prema tome, izrada programa, kao elementa planskog odlučivanja, podrazumeva raspored zadataka na pojedine organizacione jedinice. One na taj način predstavljaju nosioce parcijalnih zadataka, čije izvršavanje doprinosi ostvarivanju poslovnih ciljeva preduzeća kao celine.

Pojedine organizacione jedinice imaju visok stepen samostalnosti u odlučivanju. To su strategijske poslovne jedinice, koje neposredno istupaju na tržištu i na taj način doprinose ostvarivanju konkurentskih prednosti preduzeća u čijem su sastavu. Na nivou ovakvih organizacionih jedinica donose se strategijske odluke, pa je neophodno i utvrđivanje programa kao elemenata planskog odlučivanja.

Kao elementi organizacione strukture preduzeća uspostavljaju se i poslovne funkcije, kao što su proizvodnja, marketing, finansije i dr. To nisu samostalni segmenti organizacione strukture preduzeća, kao što su strategijske poslovne jedinice. Zato se programi kao elementi planskih odluka na nivou poslovnih jedinica donose bez pomenute samostalnosti koju imaju strategijske poslovne jedinice. Naime, programi aktivnosti poslovnih funkcija su sastavni delovi programa preduzeća.

Vreme predstavlja dimenziju u kojoj se raspoređuju zadaci koji su obuhvaćeni programom. Naime, planirani poslovni ciljevi utvrđuju se na određeni rok. Zato se i programom njihove realizacije utvrđuju vremenski intervali za ostvarivanje pojedinih zadataka.

U celokupnom procesu poslovnog planiranja preduzeća vreme predstavlja bitnu plansku komponentu, uz obim poslovanja, sa kojim je u komplementarnom odnosu. Svi planirani ciljevi usmereni su na postizanje nove pozicije preduzeća, odnosno zadovljavanje tržišnih potreba kupaca. Kako su potrebe kupaca vremenski determinisane, neophodno je da se zadaci preduzeća izvršavaju u tom periodu. Npr., ukoliko bi se neki proizvodi pojavili na tržištu nakon vremena u kome su kupci imali potrebu za njima, cilj preduzeća ne bi bio ostvaren, iako je obavljeno niz aktivnosti na njihovoj izradi.

U preduzećima mineralnog sektora sadržaji programa su generalno slični opštim sadržajnim elementima, uz odgovarajuće prateće specifičnosti. Zadaci se razlikuju u zavisnosti od potrebnog stručnog i specijalističkog profila zaposlenih, i to kao: (a) Geološki zadaci; (b) Rudarski zadaci; (c) Tehnološki zadaci; (d) Ekonomski zadaci i (e) Ostali zadaci. Pri tome navedene grupe programskih zadataka se rasčlanjuju na grupe poslova u okviru određenih radnih grupa/timova ili pojedinih funkcija preduzeća.

Rezultati poslovanja se pojavlljuju u konačnom ekonomskom izrazu, kao iznos dobiti/profita, a u parcijalnom planskom delu mogu se obuhvatiti naturalnim prikazom: (a) Pronađenih geoloških, bilansnih i eksploatacionih rezervi; (b) Količinom i kvalitetom otkopane mineralne sirovine u određenom periodu; (c) Količinom i kvalitetom prerađene mineralne sirovine u određenom vremenskom periodu; (d) Količinom i kvalitetom prodate i naplaćene mineralne sirovine ili mineralnih proizvoda i dr.

Resurse za poslovanje, u delu sa kadrovskim resursima, karakteriše visok stepen specijalizacije, koji se vezuje za geološke, rudarske, tehnološke, ekonomske i dr. stručne profile. Od njihovog stepena kadrovske spremnosti, sposobnosti, znanja i iskustva direktno zavisi uspešnost pripreme i sprovođenja programa i pratećeg planskog odlučivanja.

Vreme, kao element programa, posebno ima specifičnosti u slučaju dugoročnih programa, koji zahtevaju dugotrajna geološka istraživanja

na pronalaženju ležišta, prostornom definisanju i njegovom istraživanju u ciilju kvalitativnog i kvantitativnog defisanja, radi kasnije eksploatacije. U navedenom vremenu nema povraćaja uloženih investicija, što je posebno bitno za obezbeđenje ovih kapitalnih investicija, kao i ostvarivanje konačnih investicionih ekonomskih efekata.

4. PROJEKTI KAO DELOVI PROGRAMA

U procesu realizacije programa često se izrađuju odgovarajući projekti kojima se usmerava konkretna aktivnost preduzeća i utvrđuju uslovi za obavljanje programskih zadataka. Projekti se sačinjavaju sa ciljem rešavanja pojedinih poslovnih problema, kao što su: (a) Konkretni nastup na novom tržištu; (b) Primena nove tehnologije; (c) Osvajanje novih proizvoda; (d) Proširenje i modernizacija proizvodnih kapaciteta; (e) Uspostavljanje poslovno-tehničke saradnje; (f) Promena organizacione strukture preduzeća i drugo [2].

Konkretni nastup na tržištu predstavlja neposrednu razradu programom utvrđenih zadataka, na realizaciji strategijskih odluka menadžmenta. Projektom se razrađuju aktivnosti nadležnih menadžera i odgovarajućih izvršnih službi preduzeća, usmerene na rešavanje odnosa preduzeća prema tržištu. Npr., strategijska odluka o osnivanju novog tržišta podrazumeva niz aktivnosti menadžmenta na ostvarivanju konkurentske prednosti preduzeća. Međutim, konkretni nastup na datom tržištu podrazumeva istraživanje određenog segmenta tržišta, zatim propagandu i marketing među potencijalnim kupcima, procenu konkurencije i dr.

Primena nove tehnologije, kao jedan od elemenata razvojne strategije preduzeća, sprovodi se u vidu izrade posebnog projekta. Ovakvim projektom razrađuju se postupci uvođenja novog tehnološkog rešenja u postojeći proces proizvodnje ili način zamene postojeće tehnologije novom. Pri tome, projektom se utvrđuje način preuzimanja novog tehnološkog rešenja od vlastite istraživačke jedinice ili specijalizovane naučno-istraživačke jedinice.

Osvajanje novih proizvoda sprovodi se posebnim projektom, koji se zasniva na strategijskim odlukama i programima kao elementima planske odluke o razvojnim ciljevima preduzeća. Odluka o uvođenju novih proizvoda u postojeći program proizvodnje predstavlja deo procesa utvrđivanja razvojnih ciljeva preduzeća. Neposredna

konkretizacija vrste proizvoda, načina njihovog uvođenja u proizvodni program, izbora kanala njihove prodaje i slično, razrađuje se u posebnom projektu.

Proširenje i modernizacija proizvodnih kapaciteta razrađuje se posebnim projektom, na osnovu programa, kao elemenata planskog odlučivanja. Ovim projektom razrađuju se postupci uvođenja dodatne opreme, kojom se proširuju postojeći proizvodni kapaciteti preduzeća, kao i aktivnosti na zameni postojeće opreme delotvornijim savremenim mašinama. Navedene dve grupe aktivnosti mogu se razrađivati posebnim projektima, jer proširenje postojećih proizvodnih kapaciteta predstavlja ekstenzivan proces, dok je uvođenje modernije opreme postupak, kojim se ostvaruje kvalitativni razvoj preduzeća.

Uspostavljanje proizvodno-tehničke saradnje predstavlja savremeni oblik razvoja preduzeća. U nastojanju da obezbedi konkurentsku prednosti svog preduzeća na tržištu menadžment se opredeljuje i za određene oblike saradnje sa drugim privrednim subjektima. Jedan od takvih oblika povezivanja jeste i poslovno-tehnička saradnja, koja podrazumeva korišćenje komparativnih prednosti više preduzeća sinergetskim delovanjem u borbi sa konkurencijom. Ova saradnja može biti na planu ukupnog poslovanja preduzeća i njegovog nastupa na tržištu ili samo u vidu teničko-tehnološke pomoći. Pored zajedničkog nastupa na tržištu posebnim projektom može se razraditi postupak korišćenja tuđeg patenata ili drugih oblika industrijske svojine (know how, industrijski znak, marka proizvoda i dr.).

Promena organizacione strukture preduzeća primenjuje se kao jedna od strategijskih aktivnosti u pravcu sticanja konkurentskih prednosti preduzeća, jer se time doprinosi racionalnijem korišćenju kadrovskih i materijalnih resursa. Ovakve strategijske odluke operativno se razrađuju u posebnim projektima, koji omogućuju promenu koncipiranih rešenja. Projektom se razrađuje postupak konstituisanja pojedinih vidova organizacionih jedinica, posebno projektovanje formiranja strategijskih poslovnih jedinica, kao relativno samostalnih delova preduzeća.

Poslovne projekte, kao delove programa u preduzećima mineralnog sektora, karakteriše povezanost sa specifičnim vrstama projekata, kao što su: (a) Projekti ocene potencijalnosti na određene mineralne sirovine; (b) Projekti osnovnih geoloških istraživanja mineralnih sirovina; (c) Projekti detaljnih geoloških istraživanja ležišta

mineralnih sirovina; (d) Rudarski projekat i dr. Upravo od njihove parcijalne projektne uspešnosti u realizaciji, direktno zavisi uspešnost poslovnih projekata na nivou preduzeća, jer bazično utiču na uspešnost definisanja i formiranja mineralno-sirovinske baze, kao osnove privredne aktivnosti i poslovne uspešnosti predzeća mineralnog sektora.

Poslovni programi preduzeća mineralnog sektora u zavisnosti od vrste mineralnih sirovina, koje su predmet ekonomske i tržišne valorizacije, mogu specifično obuhvatiti: (a) Konkretni nastup sa mineralnom sirovinom ili mineralnim proizvodima na novom tržištu; (b) Primenu novih tehnologija u procesu geoloških istraživanja, eksploatacije i tehnološke prerade mineralnih sirovina; (c) Osvajanje novih mineralnih proizvoda od polazne mineralne sirovine; (d) Proširenje i modernizacija proizvodnih, eksploatacionih i tehnoloških kapaciteta; (e) Povećanje stepena kompleksnog iskorišćenja mineralne sirovine, odnosno pratećih komponenti u rudi, koje mogu doneti dodatne prihode; (f) Povećanje stepena kompleksnog iskorišćenja ležišta, odnosno mineralnih sirovina u podini i povlati rudnog tela, radi stvarenja dodatne dobiti i dr.

***

U sadašnjim uslovima rada i funkcionisanja većine preduzeća mineralnog sektora Srbije postoji značajan prostor za unapređenje funkcije planiranja, kao značajne menadžment funkcije. Ovo se odnosi kako generalno na aktivnosti planiranja, tako i na izradu poslovnih programa na savremenom nivou zemalja sa razvijenim mineralnim ekonomijama i poštovanjem tržišnih principa. Deo preduzeća, naročito predstavništava uspešnih stranih kompanija, kao i deo privatnih firmi u domaćem vlasništvu, ima razvijene potrebne planske procedure, nadležnosti i odgovornosti za menadžere uključene u planiranje i izradu programa i projekata. Posebna specifičnost planiranje je neophodna multidisciplinarnost radnih grupa/timova učesnika u njihovoj izradi, kako bi bili planski sagledani i programski obuhvaćeni svi ekonomski i finansijski značajni aspekti istraživanja, eksploatacije, tehnološke prerade i tržišne valorizacije mineralnih sirovina, kao osnove uspešnog funkcionisanja niza privrednih grana zemlje.

5. ZAKLJUČAK

Planiranje, kao sastavni deo procesa upravljanja, prati plansko odlučivanje, od koga zavise tekuće poslovanje preduzeća, ali i dugoročni razvoj, funkcionisanje i opstanak preduzeća na tržištu.

Uspešan menadžment preduzeća posebnu pažnju poklanja kvalitetu donetih planskih odluka, od kojih direktno zavisi obavljanje svih mendžerskih aktivnosti i funkcija. Kroz plansko odlučivanje menadžeri nastoje da unesu više izvesnosti i pouzdanosti u poslovanje i ostvarivanje poslovnih ciljeva i planskih zadataka.

Aktivnost menadžmenta na konkretizaciji planiranih ciljeva, politika i strategija se obavlja kroz proces programiranja, kojim se planiranje približava funkciji izvršenja. Konačni proizvod aktivnosti menadžmenta na programiranju predstavlja program, kao specifičan element planske odluke. Program kao specifična planska odluka ima svoje elemente, a kao najvažniji javljaju se: (i) Zadaci; (ii) Rezultati; (iii) Resursi; (iv) Organizacione jedinice i (v) Vreme.

U procesu realizacije programa sačinjavaju se odgovarajući projekti kojima se usmerava konkretna aktivnost preduzeća i utvrđuju uslovi za obavljanje programskih zadataka. Projekti se izrađuju s ciljem rešavanja pojedinih poslovnih problema, kao što su: (i) Konkretni nastup na novom tržištu; (ii) Primena nove tehnologije; (iii) Osvajanje novih proizvoda; (iv) Proširenje i modernizacija proizvodnih kapaciteta; (v) Uspostavljanje poslovno-tehničke saradnje; (vi) Promena organizacione strukture preduzeća i slično.

Aktivnosti preduzeća mineralnog sektora karakterišu posebne specifičnosti u delu sa planskim odlučivanjem, a koje direktno proističu iz posebnosti istraživanja, eksploatacije i tehnološkog tretiranja metaličnih, nemetaličnih i energetskih mineralnih sirovina. U preduzećima mineralnog sektora sadržaji programa generalno su slični opštim sadržajnim elementima, uz odgovarajuće specifičnosti vezane za ekonomsku valorizaciju mineralnih sirovina.

Poslovne projekte kao delove programa u preduzećima mineralnog sektora karakteriše povezanost sa specifičnim vrstama projekata, kako geologije, tako i domena rudarstva, tehnologije, ekonomije i dr. Upravo od njihove parcijalne projektne uspešnosti u realizaciji, direktno zavisi uspešnost poslovnih projekata na nivou preduzeća.

Započeta obimna i kompleksna autorska aktivnost na proučavanju uloge i značaja poslovnih programa, kao elemenata planskog odlučivanja, naročito sa ekonomskog aspekta, biće nastavljena u sklopu daljeg aktivnog naučno-istraživačkog i aplikativnog rada. Posebna pažnja će biti posvećena odnosu i stručnih geoloških i ekonomskih faktora na uspešnost planskog odlučivanja, kako bi se obezbedili povoljni sistemski okviri za uspešnost poslovanja preduzeća u mineralnom sektoru Srbije.

LITERATURA

1. Adižes I., *Životni ciklus preduzeća*, NIP, Politika, Beograd, 1990.
2. Babić M., Stavrić B., *Menadžment - koncept i proces,* Viša poslovna škola
   Beograd, 340 s., Beograd, 1999.
3. Choen G.J., *The nature of management,* Graham and Trotman, London, 1988.
4. Drucker P.F., *Management Challenges For The 21st Century*, The Central
   Management Issues of Tomorrow, 1999.
5. Ehrhardt M. C., E.F. Brigham, *Financial Management: Theory and Practice,* South Western Cengage Learning, thirteenth edition, 1152 pp., 2011.
6. Fabozzi, F., Peterson, P., *Financial Management and Analysis,* Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2003
7. Krugman P., Wells R., *Economics*, Worth Publishers; Second Edition edition, 1200 pp., 2009.
8. Mankiw N.G., *Principles of Economics*, South-Western College Pub; 6 edition, 888 pp., 2011.
9. Mankiw N.G., *Principles of Microeconomics*, South-Western College Pub; 6 edition, 528 pp., 2011.
10. Milisavljević M., *Savremeni strategijski menadžment,* VI izmenjeno i dopunjeno izdanje, Megatrend univerzitet, Beograd, 2007.
11. Preuss P., *Data-Driven Decision Making and Dynamic Planning*, Routledge, 160 pp., Larchmont, NY, 2008.
12. Schiff A., Chang H., Liao M.W., Bockholdt J.L., *Cost Accounting for Managerial Planning, Decision Making and Control,* Custom Publishing; 5th edition, 578 pp., 2005.
13. Stephen P., Coutler M., *Menadžment*, Data status, 606 p., Beograd, 2005.

14. Tošović R., *Elements of Efficiency and Effectiveness of Business Enterprises,* Proceeding of 10th International Opecast Mining Conference OMC 2012, 353-365, Zlatibor, 2012.
15. Tošović R., *Managerial Biases and Attitudes as Problems in Business Decision Making in the Company*, Proceeding of 14th ICDQM-2012, 142-151, Belgrade, 2012.
16. Tošović R., *Economic Aspects of the Effectiveness Geological Exploration of Mineral Resources in the Mineral Sector*, Proceeding of 14th ICDQM-2012, 711-720, Belgrade, 2012.
17. Tošović R., *Effeciency of Decision-making Companies as a Function of Economic and Ecological Basis of Development*, International Scientific Conference on Innovative Strategies and Technologies in Environment Protection, 62-63, Belgrade, 2012.
18. Tošović R., *Main Managerial Styles of Decision Making in Business Enterprisis,* Proceeding of ICDQM-2011, Belgrade, 99-108, Belgrade, 2011.
19. Tošović R., *Business Decision Making and Sustainable Energy Systems of District Heating,* International Scientific Conference Sustainable Development in the Function of Environment Protection, Belgrade, 191-192, Belgrade, 2011.
20. Tošović R., *Strategic Decision Making in Development Company with Energy Systems District Heating,* Proceedings of SM2011, The Faculty of Economics, Subotica, s. 101-112, Novi Sad, Subotica, 2011.
21. Tošović R., *Ekonomski parametri efikasnosti poslovnog odlučivanja u preduzeću,* Naučno-istraživačka studija, 131 s., Beograd, 2010.

SAVREMENI PRISTUPI EKONOMSKOJ OCENI MINERALNIH RESURSA U USLOVIMA TRŽIŠNE MINERALNE EKONOMIJE

A MODERN APPROACHES TO ECONOMIC EVALUATION OF MINERAL RESOURCES IN CONDITIONS MINERAL MARKET ECONOMY THE COMPANY

Tošović R.[1]

Apstrakt

U savremeni tržišnim uslovima mineralne ekonomije zemlje poseban značaj ima realna i aktuelna ekonomska ocena rudnika i mineralnih resursa. Ekonomska ocena mineralnih resursa je multidisciplinarnog karaktera i obavezno uključuje značajne aspekte geologije, rudarstva, tehnologije, ekonomije, ekologije i dr. Za istu je neophodna kompleksna ekonomska analiza, koja će obuhvatiti ekonomske aspekte investiranja i izraziti ih kroz odgovarajuće sintetičke pokazatelje. U konačnom izrazu neophodno je dati ocenu o isplativosti, investicije tj. profitabilnosti mineralnog ležišta, a time i opravdanosti investicije u istraživanje, eksploataciju i tržišnu valorizaciju mineralne sirovine. Tržišni kriterijumi, tržišna konkurencija, ekonomski i strategijski značaj mineralnih sirovina dodatno utiču na obavezu primene adekvatnog pristupa predmetnoj ekonomskoj oceni ležišta kao ekonomske kategorije.

Ključne reči: mineralna ekonomija, ekonomska ocena, ležište mineralnih sirovina, mineralni resursi.

[1] Prof. dr Radule Tošović, dipl. inž. geol, dipl. ecc., Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, Departman Ekonomske geologije, Beograd

Abstract

In the modern market conditions of mineral economics countries in particular there is a real and actual economic evaluation mines and mineral resources. Economic evaluation of mineral resources is multidisciplinary and must include significant aspects of geology, mining, technology, economics, ecology and others. For the same is required complex economic analysis, which will include the economic aspects of investment and express them through adequate synthetic indicators. The final expression is necessary for estimating the cost-effectiveness of investment, ie. profitability of mineral deposits, and thus the viability of the exploration, exploitation and valorisation of mineral raw materials. Market criteria, market competition, economic and strategic importance of minerals are slowing the obligation to implement appropriate approaches to the subject of economic evaluation of mineral deposits as an economic category.

Keywords: Mineral Economics, Economic Assessment, Mineral Deposit, Mineral Resources.

1. UVOD

U savremenim uslovi rada i funkcionisanja mineralnog sektora zemlje, naročito u svetlu velikog uticaja procesa globalizacije, tranzicije, privatizacije, koncesija i evropskih integracija, ekonomska ocena mineralnih projekata i ekonomska ocena mineralnih rezervi imaju poseban značaj, mesto i ulogu [14]. U odnosu na raniji period razvoja mineralne ekonomije zemlje tokom poslednjih decenija prošlog veka, intenzivno prodiranje tržišnih kriterijuma u mineralni sektor nameće aktuelnu obavezu realne tržišne ekonomske ocene mineralnih ležišta, mineralnih resursa i rudnika, kao objekata eksploatacije.

U zapadnim zemljama sa razvijenim mineralnim ekonomijama, vrednost dobijena ekonomskom ocenom odnosi se kako na vrednost ležišta, tako i na vrednost mineralnog dobra, odnosno imovine. S obzirom da je glavni objekt kupoprodajne trgovine rudnik, u većini slučajeva navedeno se odnosi na ekonomsku ocenu rudnika, kao proizvodno-ekonomske celine, što znači zajedno ležišta sa mineralnim rezervama i imovine, odnosno osnovnih proizvodnih sredstava rudnika. Bilansnost rezervi mineralnih sirovina, u parcijalnom delu ekonomske ocene, koja se odnosi na ležište, može biti ugrožena neodgovarajućim planiranjem, projektovanjem ili izgradnjom rudnika, naročito po tom osnovu povećanjem troškova po jedinici proizvedene mineralne sirovine. Otuda postavljene ekonomske projekcije moraju uključiti i elemente za ekonomsku ocenu ležišta, zatim elemente za sagledavanje troškova eksploatacije, pripreme i prerade, kao i ukupne troškove poslovanja u okviru ekonomske ocene rudnika. Dobijena

ekonomska ocena se može koristiti za potrebe kupoprodaje imovine, osiguranja, oporezivanja, finansiranja ili regulativne potrebe.

Sadašnje stanje, tekući problemi i razvojni pravci mineralnog sektora i mineralne ekonomije Srbije, zahtevaju savremen i sistematičan pristup ekonomskoj oceni, kao osnovi realnog vrednovanja mineralnih resursa i osnovu ekonomske ocene rudnog blaga zemlje. Problematika tretirana ovim radom delom polazi od nekih osnovnih elemenata i postavki ekonomske geologije i ekonomske ocene [1-13, i 21], a delom predstavlja nastavak i nadgradnju dosadašnjih studioznih analitičko-sintetičkih, induktivno-deduktivnih i sistematičnih studijskih proučavanja u domenu mineralne ekonomije i ekonomske ocene [14-20] na Katedri za ekonomsku geologiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. U savremenom ekonomskom pristupu moraju se maksimalno uvažiti aktuelni tržišni uslovi, naročito ponuda i tražnja, kao i cene mineralnih sirovina, koje mogu dovesti do poboljšanja ili ugrožavanja profitabilnosti njihovog geološkog istraživanja, eksploatacije i konačne tržišne valorizacije [14]. Osnovni cilj ovog rada je upravo razmatranje savremenih pristupa ekonomskoj oceni, kakvi postoje u zemljama sa razvijenim mineralnim ekonomijama, kako bi pozitivna iskustva, a u skladu sa domaćom ekonomskom i mineralnom politikom, bila primenjena radi realnog ekonomskog vrednovanja raspoloživih mineralnih rezervi i obezbeđenja uspešnijeg funkcionisanja mineralnog sektora i mineralne ekonomije Srbije.

2. SAVREMENI PRISTUPI EKONOMSKOJ OCENI

Savremena ekonomska ocena ležišta mineralnih sirovina, mineralnih rezervi, mineralnih resursa ili rudnika, u finalnom izrazu predstavlja razmatranje vrednosti ili koristi od mineralnih rezervi ili rudnika sa jasnom potrebom izražavanja tržišne vrednosti. Ova vrednost predstavlja vrednost dobijenu na osnovu cena utvrđenih na slobodnom tržištu, tržišnom razmenom između kupca i prodavca, bez prinude izvršenja transakcije [5]. Većina evaluatora ili procenitelja ekonomski potpuno opravdano ističe da tržišnu vrednost mineralnog ležišta treba izraziti kao procenjenu tržišnu vrednost zasnovna na tržišnom stanju i ekonomskim uslovima, koji postoje po određenom vremenskom preseku. Ovo zapravo znači privremeni karakter ekonomske ocene, koja se daje sa presekom stanja na određeni datum. Na taj način tržišna vrednost predstavlja dinamički kvantitet, koji se neprekidno menja, kako se tržišni uslovi, okolnosti predviđanja i tržišna očekivanja menjaju. Privremeni karakter ekonomske ocene takođe utiče na potrebu ponovne i aktuelizovane ekonomske ocene ležišta i u slučaju kada nije bilo dodatnih istražnih radova na ležištu ili nije bilo procesa eksploatacije definisanih rezervi mineralnih sirovina u ležištu. U takvom slučaju razlozi ponovne

ekonomske ocene nisu stručnog geološkog, rudarskog ili tehnološkog karaktera, već isključivo ekonomskog karaktera zbog promene ekonomskih parametara ocene. Ovi parametri mogu uticati na promenu nivoa rentabilnosti/profitabilnosti iskorišćenja mineralnih sirovina, odnosno dovesti u pitanje bilansnost rezervi ili istu poboljšati.

U zapadnim mineralnim ekonomijama jasno se razlikuje ocena tržišne vrednosti i njeno određivanje [5]. Procenom tržišne vrednosti mineralne imovine bave se mineralni ekonomisti, evaluatori/procenjivači, službenici osiguravajućih kompanija i državni poreski činovnici. Određivanje, odnosno determinisanje tržišne vrednosti za specifičnu mineralnu imovinu može se obaviti preko aktuelne, odnosno stvarne transakcije, kojom je imovina slobodno prodata od strane poznatog vlasnika poznatom kupcu, koji ima želju da kupi imovinu.

U zemljama sa tržišnim uslovima i kriterijumima vrednovanja ležišta i rudnika obično se koristi jedan od tri generalno usvojena pristupa ekonomskoj oceni tržišne vrednosti mineralne svojine. Sva tri pristupa su zasnovana na veoma značajnom ocenskom principu supstitucije, a obuhvataju [5]: (a) Troškovni pristup; (b) Tržišni pristup; i (c) Prihodni pristup.

2.1. Troškovni pristup

Troškovni pristup ekonomskoj oceni ležišta, odnosno rudnika predstavlja pristup kojim se određuje vrednost na osnovu visine troškova geoloških istraživanja i izgradnje rudnika, sa naročitim uzimanjem u obzir troškova amortizacije, kao iznosa troškova obnavljanja osnovnih sredstava u sklopu imovine, koja je predmet ocene. Ovaj pristup se, u praksi zapadnih zemalja, tretira i kao pristup troškova zamene, kojim se ocenom troškova traži dupliranje sredstva, koja se vrednuju. Ekonomskom ocenom sa ovakvim pristupom se određuje potrebna vrednost pronalaženja drugog sličnog ležišta, odnosno mineralne imovine sa zamenom slične proizvodne infrastrukture, koja je ranije postojala [5].

Višedecenijsko iskustvo na području transakcija mineralnom imovinom pokazuje da su potpuno otvoreno tržište, zatim poslovanje preduzeća u mineralnom sektoru bez pritisaka i drugih bitnih slobodno tržišnih pretpostavki, povezanih sa pristupom ekonomskoj oceni, retko ostvarljivi u realnim tržišnim uslovima. Čak i kada se takvi slobodni tržišni kriterijumi i predpostavke pojave, često je izuzetno teško odrediti stvarnu ili istinitu vrednost prodaje, zbog ugovornih odnosa poslovnih subjekata, odloženog plaćanja, deviznog kursa, uslova plaćanja proizvoda i drugih suptilnih faktora, koji u značajnoj meri mogu uticati na konačnu vrednost. Zbog toga se troškovni pristup retko primenjuje u mineralnom sektoru, jer nema

direktne korelacije između troškova gradnje rudnika i vrednosti mineralne imovine.

Kao ilustrativan primer odsustva navedene korelacije može se navesti slučaj [5] izgradnje dva rudnika sa istim proizvodnim kapacitetom (npr. 200 t/dnevno), jednog na ležištu sa veoma bogatom rudom, a drugog na ekonomski marginalnom ležištu. Troškovi gradnje mogu biti približno isti, ali vrednosti ta dva rudnika na slobodnom tržištu, s obzirom na karakteristike ležišta, koje će se eksploatisati, očigledno će se značajno razlikovati.

Specifičan problem nastaje u slučaju ako troškovni pristup treba primeniti na novo pronađeno mineralno ležište, odnosno na mineralnu imovinu, kada još uvek ne postoji izgrađen rudnik, tj. nema vrednosti amortizacije osnovnih sredstava. Geološka priroda mineralnog ležišta je takva da geološka istraživanja i eksploatacija diktiraju vrednost pronađenog rudnog ležišta, koja je obično veća od ostvarenih troškova za njegovo pronalaženje. Ukoliko je eventualno prisutna drugačija ekonomska relacija vrednosti i nastalih troškova, ukupna investicija za istraživanje neće biti ekonomski i tržišno opravdana.

U vezi sa troškovnim pristupom specifično je da mišljenje o ekonomskom procenjivanju troškova kupovine ili sticanja mineralne imovine ima određena ograničenja. Iznos navedenih troškova npr. može biti izuzetno veliki, ukoliko nisu postojali povoljni geološki i genetski preduslovi za nastanak novog ležišta sličnih ili istih geološko-ekonomskih karakteristika na prostoru istraživanja, uz ležište koje je predmet ekonomske ocene.

Troškovni pristup ekonomskoj oceni se relativno retko primenjuje u oceni ležišta mineralnih sirovina i rudnika i predstavlja najmanje pouzdan metod ocene. Obično se primenjuje za proveru vrednosti dobijenih drugim metodama ili ukoliko nijedna druga metoda nije primenljiva. Ovaj pristup se najčešće koristi za vrednovanje u ranoj fazi geoloških istraživanja ležišta ili vrednovanja mineralne imovine na kojoj je obustavljen rad, ali postoje mineralne rezerve ili mineralni resursi. Primenu ovog pristupa treba obavezno da prati razmotranje napretka u tehnologiji eksploatacije, pripreme i prerade mineralnih sirovina i iskorišćenja osnovnih, ali i ekonomski vrednih pratećih komponenata, naročito retkih metala i rasejanih elemenata.

2.2. Tržišni pristup

Tržišni pristup ekonomskoj oceni ležišta, odnosno rudnika predstavlja pristup koji se koristi od strane većine evaluatora/ocenjivača i određenih institucija (npr. osiguravajućih kompanija, sudova i dr.). On omogućuje obezbeđenje najboljih indikatora slobodne, odnosno fer tržišne vrednosti (FTV), jer u suštini odražava tržišnu ravnotežu ponude i tražnje na tržištu.

Ovaj pristup podrazumeva da kupac nema ekonomske razloge da plaća više za mineralnu imovinu nego što bi ga koštala kupovina jednako poželjne zamenske imovine, kao vrednosnog supstituta [5].

Koncept tržišne vrednosti predpostavlja uslove otvorenog tržišta, zatim odgovarajući vremenski presek, poznavanje kupaca i prodavaca, odsustvo pritiska na kupce da kupuju ili prodavce da prodaju i dovoljan broj transakcija za kreiranje, odnosno održavanje stabilnog tržišta.

Primenu tržišnog pristupa, u slučaju primene na transakcije u mineralnom sektoru u odnosu na ležišta ili rudnike, prati niz praktičnih problema, iz dva ključna razloga: (1) Vrlo je mali broj prodaja rudarskih dobara/imovine, zbog čega je malo podataka raspoloživo za upoređivanja; i (2) Unikatnost svakog ležišta, koje je drugačijeg kvaliteta, veličine, geografskog i prostornog položaja, stepena otvorenosti i dr. uslovljava relativni značaj tržišnih podataka. Uslov za prihvatljivost tržišnih podataka je ne samo da se odnose na sličan imovinski objekat/svojinu, već moraju odgovarati istom vremenskom preseku, zbog ujednačavanja i uporedivosti svih neophodnih parametara ekonomske ocene.

Kod tržišnog pristupa, takođe treba imati u vidu da je višedecenijsko iskustvo na području transakcija mineralnom imovinom pokazalo da potpuno otvoreno tržište, sa svim potrebnim elementima povezanim sa pristupom ekonomskoj oceni retko ostvarljivi u realnim tržišnim uslovima. Osim toga, takođe je, izuzetno teško odrediti stvarnu ili istinitu vrednost prodaje, zbog niza faktora, koji mogu uticati u značajnoj meri na konačnu vrednost.

2.3. Prihodni pristup

Prihodni (Cash flow, dobitni ili dohodovni) pristup ekonomskoj oceni ležišta, odnosno rudnika predstavlja pristup kojim se vrednost mineralne imovine/objekta ili svojine investicionog tipa ocenjuje proračunavanjem budućih godišnjih neto dobiti/profita, akumuliranih iz proizvodne imovine, i zatim njihovim diskontovanjem na sadašnje vreme, upotrebom odgovarajućeg diskontnog faktora, odnosno diskontne stope. Prihodni pristup se svodi na analizu godišnjih novčanih tokova (Cash flow) i proračun neto sadašnje vrednosti (NPV). Ovaj pristup predpostavlja da kupac nema ekonomske razloge da plati više za sticanje imovine, koja omogućuje prihod, nego što je sadašnja vrednost toka prihoda, koji će biti ostvareni od mineralne sirovine. Zbog proračunske procedure, koja se koristi, mnogi analitičari ovaj pristup tretiraju kao postupak kapitalizovanog prihoda [5].

Prihodni pristup je esencijalno drugačiji u odnosu na prethodni tržišni pristup, jer ide jedan korak dalje. Ukoliko podaci uporedive prodaje nisu direktno upotrebljivi ili ako se ekonomski ocenjuje vrednost mineralnih

proizvoda *in situ*, moguće je izvršiti ocenu vrednosti kombinovanjem prodajne cene proizvedenog mineralnog proizvoda sa odgovarajućim troškovima njegove proizvodnje.

Odgovarajućim uključivanjem ovakvih podataka u DCF analizu moguće je doći do ekonomske ocene vrednosti mineralne imovine, čak i ako nema realne proizvodnje na ležištu. Značajno je napomenuti da takva ekonomska ocena nije direktna ocena tržišne vrednosti robe na mestu, već više ocena potencijalnog prihoda od istraživanja, eksploatacije i tržišne valorizacije mineralne sirovine iz ležišta.

Kapitalizovani budući prihod je jedinstvena metoda ekonomske ocene, kojom se vrednost određuje za rudno ležište i sva osnovna sredstva, koja se koriste u proizvodnom procesu na rudniku. Do određenog stepena stvarna svojina u rudniku ima vrednost samo zbog prisustva mineralnih sirovina i jedinična ocena je zato pogodna.

S obzirom da rudnici imaju ograničene proizvodne mogućnosti i činjenice da postoje dobro formirana tržišta za većinu mineralnih proizvoda, prihodni pristup se široko koristi za ocenu mineralnih dobara. Ovaj pristup se naročito često koristi od strane mineralne industrije u ocenjivanju interne stope povraćaja (IRR) i za određivanje pogodne kupovne cene za rudnike i mineralne prospekte.

Sa praktičnog stanovišta, prihodni pristup ima dodatnu pogodnost u mogućnosti inkorpopriranja većeg broja realnih podataka za ekonomske analize i, zato predstavlja prioritetni pristup u oceni rudnika. Isto tako, prihodni pristup je potpuno konzistentan sa opšte privaćenom definicijom vrednosti mineralne sirovine. Ona predstavlja vrednost geoloških istraživanja i eksploatacije ležišta mineralnih sirovina ili mineralne imovine u specifičnom vremenskom preseku, kao sadašnja vrednost svih budućih neto godišnjih prihoda, koji se očekuju da će biti prikupljeni/akumulirani od mineralne imovine. Osnovni elementi za prihodni pristup za ekonomsku ocenu rudnika se preuzimaju iz bilansa uspeha preduzeća, odnosno račun prihoda i rashoda po poslovnim godinama.

3. ITERAKTIVNI KARAKTER EKONOMSKE OCENE

Proces ekonomske ocene rudnika, naročito za potrebe postupka investiranja je proces, koji je, zbog promene ekonomskih parametara potrebno ponoviti, odnosno ima iterativan karakter. Količina i kvalitet rudnih rezervi predstavljaju veoma značajne parametre u određivanju veličine rudnika. Rezerve imaju povratni uticaj na visinu proizvodnih troškova, jer ekonomika kapaciteta se vezuje za veliki obim proizvodnje, odnosno masovnu eksploataciju i preradu mineralnih sirovina. Osim toga nivo proizvodnih troškova određuje koji delovi ležišta mogu biti otkopavani sa

profitom (minimalni ekonomski sadržaj) i, na taj način utiče na određivanje minimalnih rudnih rezervi. Veoma je značajno da u slučaju promene ekonomskih parametara analitičar mora oceniti uticaj ovih promena na druge projektne promenljive i na finansijske rezultate. Iterativni proces treba ponavljati do dobijanja najekonomičnijeg plana za investicioni projekat, koji se analizira i ocenjuje. Ovakav iterativni proces ocene vremenski traje duže, ali predstavlja nezaobilznu tehniku u procesu ekonomske ocene.

4. EKONOMSKA OCENA MINERALNIH RESURSA SRBIJE

U Srbiji u promenjenim društveno-političkim i ekonomskim uslovima, a pogotovu predstojećem procesu evropskih integracija neophodno je izvršiti ekonomsku ocenu rudnog blaga zemlje. Poslednja takva ocena je rađena 1971. godine sa stanjem mineralnih rezervi na dan 31.12.1969. godine u tada postojećoj državi, društveno-političkom i ekonomskom sistemu i stanju rudnih rezervi. Ova ocena je izvršena specifičnom domaćom metodologijom V. Milutinovića [10], koja je bila primerena socijalističkom načinu privređivanja. Osim promena okruženja, uslova i načina poslovanja i privređivanja, u međuvremenu je došlo do značajnih promena u strukturi mineralno-sirovinske baze zemlje. Mnoga ležišta su od tada iscrpljena, a određena ležišta su u međuvremenu pronađena, od kojih su neka još uvek aktivna, a neka zatvorena iz ekonomskih razloga, ali sa preostalim mineralnim rezervama ili mineralnim resursima.

Kratkoročno, a naročito srednjeročno i dugoročno planiranje u mineralnom sektoru zahteva definisanje aktuelnog preseka stanja mineralnih rezerevi i naročito ekonomske vrednosti postojećih metaličnih, nemetaličnih i energetskih mineralnih rezervi i mineralnih resursa Srbije. Aktuelna ekonomska ocena rudnog blaga zemlje je bitna: (a) kao osnova za privredne i ekonomske planove razvoja; (b) za uvozno-izvozne aktivnosti vezane za mineralne sirovine; (c) za pitanja koncesija na mineralne sirovine i uslove istraživanja stranih kompanija; (d) za pitanja ekonomske ocene rudnog blaga, koje se nalazi na pojedinim područjima poput Kosova i Metohije. Integralna ekonomska ocena rudnog blaga Srbije morala bi takođe da bude polazna osnova za definisanje mineralne politike i mineralne strategije zemlje i osnova uspešnog menadžmenta mineralnih resursa u mineralnom sektoru.

Sadašnja domaća praksa ekonomske ocene u mineralnom sektoru poznaje izradu geološko-ekonomske ocene, odnosno tehničko ekonomske ocene ležišta, koja obuhvata analizu velikog broja značajnih faktora i iz njih proističućih naturalnih, vrednosnih i sintetičkih pokazatelja. U domaćoj praksi je takođe prisutno uključivanje savremenih tržišnih ocena, jer se osim

određivanja vrednosti ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir, primenjuju i tržišne metode, među kojima posebno NPV i IRR metoda. Činjenica je da je započeo proces privatizacije u mineralnm sektoru, ali tržište nije tako razvijeno kao u zemljama sa razvijenim mineralnim ekonomijama i nije prisutna intenzivna trgovina mineralnom imovinom. Manji izuzetak predstavljaju mala ležišta opekarskih sirovina i mala ležišta tehničkog i ukrasnog kamena, koja su bila objekat privatnih investicija i kupoprodaje u prethodnom periodu. Generalno posmatrano kod nas nisu posebno razmatrani i razvijani različiti pristupi ekonomskoj oceni mineralne imovine, ali je u predstojećem periodu ovom pitanju neophodno posvetiti znatno veću pažnju, kako iz metodoloških razloga primene odgovarajućih metoda, tako i realnog tržišnog vrednovanja ležišta, kao objekata ekonomske valorizacije, ali i rudnika kao objekata moguće intenzivnije kupoprodaje.

5. ZAKLJUČAK

U savremenim uslovi rada i funkcionisanja mineralnog sektora zemlje, usled velikog uticaja procesa globalizacije, tranzicije, privatizacije, koncesija i evropskih integracija ekonomska ocena mineralnih rezervi ima poseban značaj, mesto i ulogu.

U zapadnim zemljama sa razvijenim mineralnim ekonomijama, vrednost dobijena ekonomskom ocenom odnosi se kako na vrednost ležišta, tako i na vrednost mineralne imovine, odnosno rudnika kao proizvodno-ekonomske celine. Ova vrednost ima tržišni karakter i dobija se na osnovu cena na slobodnom tržištu, tržišnom razmenom između kupca i prodavca, bez prinude na transakciju.

Ekonomsku ocenu odlikuje privremeni karakter, jer se ista radi sa presekom stanja potrebnih proračunskih parametara na određeni datum. Ekonomska ocena predstavlja dinamički kvantitet, koji se neprekidno menja, sa promenom tržišnih uslova, okolnosti predviđanja i tržišnih očekivanja. Usled toga postoji potreba izrade ponovne i aktuelizovane ekonomske ocene ležišta i u slučaju kada nije bilo dodatnih istražnih radova na ležištu ili nije bilo procesa eksploatacije mineralnih rezervi u ležištu.

U zemljama sa tržišnim uslovima i kriterijumima vrednovanja ležišta i rudnika, obično se koristi jedan od tri generalno usvojena pristupa ekonomskoj oceni tržišne vrednosti mineralne svojine, i to: (i) Troškovni pristup; (ii) Tržišni pristup; i (iii) Prihodni pristup.

U Srbiji u promenjenim društveno-političkim i ekonomskim uslovima, a pogotovu predstojećem procesu evropskih integracija neophodno je

izvršiti ekonomsku ocenu rudnog blaga zemlje. Poslednja takva ocena je rađena 1971. godine sa stanjem mineralnih rezervi na dan 31.12.1969. godine u tada postojećoj državi, društveno-političkom i ekonomskom sistemu i stanju rudnih rezervi.

Sadašnja domaća praksa ekonomske ocene ležišta metaličnih, nemetaličnih i energetskih mineralnih sirovina uključuje savremene metode ekonomske ocene, jer se osim određivanja vrednosti ležišta bez uzimanja vremenskog faktora u obzir, primenjuju i tržišne metode među kojima posebno NPV i IRR metoda.

Započeta obimna i kompleksna autorska aktivnost na proučavanju tržišnih pristupa ekonomskoj oceni mineralnih resursa, posebno sa aspekta ekonomskog odlučivanja, biće nastavljena u sklopu daljeg aktivnog naučno-istraživačkog i aplikativnog rada. Posebna pažnja će biti posvećena uticaju različitih pristupa ekonomskoj oceni, u kontekstu menadžerskog i ekonomskog odlučivanja, kako iz metodoloških razloga primene odgovarajućih metoda, tako i realnog tržišnog vrednovanja ležišta, kao objekata ekonomske valorizacije, ali i rudnika kao objekata moguće intenzivnije kupoprodaje.

LITERATURA

1. Baurens S., *Valuation of Metals and Mining Companies*, Basinvest, 81 pp, Zurih, 2010.
2. Cawood F.T., *Mineral Property Valuation in South Africa: A Basket of Assets and Legal Rights to Consider*, The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy, Johanesburg, 2004.
3. Celebi N., A *Model for Establishing Market Value of a Mineral Property*, Mineral Resources Engineering, 05, 273, 1996.
4. Gentry D.W., *Mine Evaluation and Investment Analysis*, in: SME Mining Engineering Handbook, 2nd Edition, Volume 1, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, 386-389, Colorado, 1992.
5. Gentry, D.W., *Minerals Project Evaluation—An Overview*, Transactions, Institution of Mining and Metallurgy, Vol. 97, pp. 1988.
6. Gocht, W.R., Zantop, H., and Eggert, R.G., *International Mineral Economics*, Springer-Verlag, New York, 252 pp., 1988.
7. Guarnera B.J., Martin M.D., *Valuation of Mineral Properties*, in: SME Mining Engineering Handbook, 2nd Edition, Volume 1, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, 219-226, Colorado, 1992.

8. Kreuzer O.P., Etheridge M.A., *Risk and Uncertainty in Mineral Exploration: Implications For Valuing Mineral Exploration Properties*, Mineral Economics, 2010.
9. Lilford E.V., Minnitt R.C.A., *Methodologies in the Valuation of Mineral Rights*, The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy, Johanesburg, 2002.
10. Milutinović V., *Kompleksna metodologija ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina*. Rud. inst., 228 pp.,Beograd, 1971.
11. Rudenno V., *The Mining Valuation Handbook: Mining and Energy Valuation for Investors and Management*, Wrightbooks; 4 edition, 624 pp., 2012.
12. Rundge I., *Mining Economics and Strategy, Society for Mining Metallurgy & Exploration*, 1 edition, 316 pp., Littleton, Colorado, 1998.
13. Torries F.T., *Evaluating Mineral Projects: Applications and Misconceptions*, Society for Mining Metallurgy & Exploration, 1 edition, 172 pp., Littleton, Colorado, 1998.
14. Tošović R., Expert *Types of Potential Errors in Economic Valuation of Mineral Projects and Associated Risk,* Proceeding of 16th Internationa Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2013, 733-740, Belgrade, 2013.
15. Tošović R., *Management of Business Investment, Investment Decision-Making in the Company and Economic Evaluation of Mineral Deposits,* 5th International Conference COAL 2011, Zlatibor, 2011.
16. Tošović R., Expert Economic Evaluation of Mineral Resources in Modern *Conditions of Transition and Management,* Proceeding of 14th Internationa Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2011, 624-634, Belgrade, 2011.
17. Tošović R., *Specific Risk in Economic Evaluation of Mineral Resources,* Proceeding of 13th Internationa Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2010, 500-510, Belgrade, 2010.
18. Tošović R., Milovanović D., *Economic Evaluation and Cash Flow of Investment Project in Economics of Mineral Resources,* Tehnika, vol. 60, br. 2, p. 11-18, Beograd, 2009.
19. Tošović R., Milovanović D., *Economic Evaluation in the Function of Coal Mineral Resources Management,* IV International Conference on Coal Opencast Mining Coal 2008, 556-564, Belgrade, 2008.
20. Tošović R., *Geološko-ekonomsko modeliranje polimetaličnog ležišta Rudnik*, Katedra ekonomske geologije Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Poseb. izd. Br. 8, 226 pp. , Beograd, 2006.
21. Wellmer F.W., Dalheimer M., Wagner M., *Economic Evaluations in Exploration*, Springer; 2nd edition, 264 pp., 2010

GEOSINTETSKI GLINENI SLOJ ILI SLOJ OD POLIELEKTROLITNOG GELA ZA NEPROPUSNE BARIJERE PRI IZGRADNJI I SANACIJI DEPONIJA RUDARSKOG I INDUSTRIJSKOG OTPADA

GEOSYNTHETIC CLAY LAYER OR STRATA FROM POLYELECTROLYTE GEL FOR IMPERMEABLE BARRIERS DURING CONSTRUCTION AND REHABILITATION OF MINING AND INDUSTRIAL WASTE DUMPS

Urošević D.[1], Anđelić B.[2], Đurović R.[3], Urošević U.[4]

Apstrakt

Propisi u Republici Srbiji načelno jasno definišu zahteve za postojanjem nepropusnih barijera na dnu, bokovima i u prekrivci deponija svih vrsta otpada. U te svrhe se, poslednjih godina, prilikom projektovanja i izradnje deponija otpada koriste: geosintetički glineni sloj, bentonitni ekspandirani sloj, glineni ekspandirani sloj, glineni kompaktirani sloj, HDPE i LDPE folije (polietilen visoke i niske gustine), a najčešće glineni kompaktirani sloj ili geosintetički glineni sloj sa HDPE folijom. Propisi dozvoljavaju i primenu zamenskog materijala sa istim ili boljim efektima i njihove kombinacije, ali ne spominje vrste, kao na pr. sloj od polielektrolitnog gela.

Ključne reči: nepropusni sloj, geosintetski glineni sloj, polielektrolitni gel, deponije komunalnog otpada

[1] Dr Urošević Dragoljub, Pro Voding doo, Beograd
[2] Anđelić Branimir, Pro Voding doo, Beograd
[3] Đurović Raša, Pro Voding doo, Beograd
[4] Urošević Uroš, Beogradski vodovod i kanalizacija, Beograd

Abstract

Regulations in the Republic of Serbia generally clearly define requirements for the existence of impermeable barriers at the bottom, sides and dump cover of any kind of waste. For that purpose, during the recent years, in the design and development of dump waste is used: geosynthetic clay layer, bentonite expanded layer, clay expanded layer, compacted clay layer, HDPE and LDPE foils (polyethylene of high and low density), and the most often compacted clay layer or geosynthetic clay liner with HDPE foil. Regulations allow application of alternate materials with the same or better effects, and its combinations, but it does not mention the kinds, as for example layer of polyelectrolyte gel.

Keywords: impermeable layer**,** geosynthetic clay layer, polyelectrolyte gel**,** solid waste landfill

1. UVOD

Zaštita zamljišta, podzemnih i površinskih voda od odloženih otpadnih opasnih, neopasnih i inertnih materijala, danas se u svetu realizuje, pored drugih, i postupkom deponovanja – odlaganjem u posebno izgrađene prostore (na ili u zemljište) – deponije, po principu sistematskog odlaganja i potpunog zatvaranja, (kapsuliranja) odloženog otpada. Potpuno zatvaranje odloženog otpada na deponiji, ostvaruje se ugradnjom nepropusne barijere u dno, bokove i prekrivku, Primena nepropusnih barijera se odnosi kako na izgradnju novih deponija za sve vrste otpada, tako i na saniranje postojećih, kod kojih pre početka odlaganja, nisu u dno i bokove ugrađene nepropusne barijere. Tada se postupak saniranja sastoji samo iz pokrivanja - zatvaranja, tako da na žalost, i dalje ostaje pitanje (kvalitetne) zaštite životne sredine.

Danas, se u svetu koristi nekoliko vrsta materijala formiranih u vidu slojeva, sa visokim kvalitetom u pogledu vodonepropusnosti. Najčešće se za nepropusne barijere primenjuju materijali nastali kombinacijom prirodnih mineralnih materijala (glina, bentonit) sa sintetičkim materijalima, (folija od polietilena visoke gustine - HDPE, geosintetski glineni sloj - poznatije kao GCL i sl.). Međutim, poslednjih dvadesetak godina u svetu se koriste novi materijali - kombinacija prirodnih i sintetičkih materijala, koji su u pogledu vodonapropusnosti bolji od pomenutih i pripadaju grupi polielektrolitskih gela – poznatiji kao PG.

Struktura i vrste materijala za nepropusne barijere su principijelno definisane zakonskim regulativima, ali je izbor (kvalitet i proizvođač) za konkretne uslove prepušten tržištu, projektantu i investitoru. Tako se, za nepropusne barijere preporučuju proizvodi od prirodnih i/ili veštačkih materijala. Od prirodnih materijala preporučuju se mineralni slojevi od gline ili bentonita, jer oni predstavljaju klasične prirodne materijale. Prema glini se definiše i

kriterijum permeabilnosti za sve druge prirodne i veštačke materijale, kao i za kombinacije prirodnih i/ili veštačkih materijala (slojeva) u barijeri. Granica permeabilnosti u ovom slučaju je $1*10^{-9}$ m/s.

Našalost, glina sa ovakvim koeficijentom permeabilnosti često nije pristupačna (ima je malo u prirodi ili daleko je od lokacije deponije ili sl.), a može da se koristi za unosnije poslovne poduhvate, obzirom da je i odličnog kvaliteta kao mineralna sirovina. Otvaranjem „pozajmišta gline“ (loš termin, pošto se ništa ne vraća na mesto odakle je pozajmljena glina i ne retko, nema saniranja tog prostora nakon prestanka eksploatacije gline), nastaju problemi druge vrste, jer se radovima eksploatacije gline stvaraju nove opasnosti po životnu sredinu (poremećaj prirodnog režima tokova i nivoa podzemnih voda, ugrožavanje flore i faune, zagađivanje vazduha i dr.). Često, izvođači radova tokom postavljanja glinenog sloja nemaju QA/QC kontrolu, što rezultira ugradnju, ne samo gline neadekvatnog kvaliteta (permeabilnost veća od $1*10^{-9}$ m/s), već i neadekvatnog sloja (neravnomerna debljina pri rasprostiranju i nedovoljna kompaktnost). Dakle, primena gline za nepropusne barijere donosi, ne samo nesigurnost u pogledu kvaliteta zaštite podzemlja od uticaja deponije i nove probleme sa aspekta zaštite životne sredine, već i povećane troškove zbog naknadnog intenzivnijeg i kvalitetnijeg održavanja deponija, a kod sanacija postojećih deponija često i ponovno prekrivanje.

2. REFERENTNI SISTEM

Za izgradnju nepropusne barijere koristi se uslov "granica propusnosti", a to je permeabilnost sabijene najkvalitetnije gline (CCL materijal) od $1*10^{-9}$ m/s ili manje, tako da se danas koriste materijali koji to omogućavaju samostalno ili u kombinaciji slojeva različitih komponenti u nepropusnoj barijeri. Formiranje nepropusnih barijera prilikom izgradnje i/ili sanacije deponija čvrstog (komunalnog i ostalih vrsta) otpada, ostvaruje se korišćenjem nekih od sledećih komponenti u vidu sloja ili folije (membrane):

- sabijeni sloj gline (CCL),
- glineni ekspandirani sloj (CEL),
- sabijeni sloj gline u kombinaciji sa geomembranom (CCL+HDPE),
- bentonitom obogaćen pesak (BES),
- bentonitom obogaćen pesak u kombinaciji sa geomembranom (BES+HDPE),
- geosintetsko glineni sloj (GCL),
- sabijeni sloj polielektrolitskog gela (PG),
- sabijeni sloj polielektrolitskog gela u kombinaciji sa geomembranom (PG+HDPE).

Propisi u Srbiji, bazirani na EU Direktivi (Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste) jasno ističu zahteve za postojanjem nepropusnih barijera za buduće - nove deponije otpada (Tabela 1), i indirektno za postupke saniranja postojećih deponija. Polazni kriterijumi i prepoduke za izradu nepropusnih barijera su prirodni materijali sa definisanom vrednošću permeabilnosti i debljine slojeva, odnosno adekvatni sintetički materijali (uključujući i supstitucione materijale i njihove kombinacije). Ali kod projektanata je prisutna i konstatacija o mogućem korišćenju gline i sličnih mineralnih materijala iz domaćih mineralnih rezervi gline (na pr. za ugradnju CCL ili BES).

Tabela 1. Propis za mineralnu geološku barijeru

Vrsta otpada	Koeficijent propustljivosti K, m/s	Debljina barijere, m
Inertan	$\leq 1{,}0 \times 10^{-7}$	$\geq 1{,}0$
Neopasan	$\leq 1{,}0 \times 10^{-9}$	$\geq 1{,}0$
Opasan	$\leq 1{,}0 \times 10^{-9}$	$\geq 5{,}0$

Osnovni kriterijum (i etalon) za materijale koji se ugrađuju u nepropusnu barijeru predstavljen je prirodnom glinom najboljeg kvaliteta, tj. glinom sa permeabilnošću manjom od $1*10^{-9}$ m/s, što se postiže i debljinom sloja te gline od minimalno 1 m. Ovakva ležišta gline su retka, a ispunjavanje navedenog kriterijuma je (često) povezano sa visokim operativnim troškovima prevoza i ugradnje, dok je kontrola ugradnje kroz QA/QC principe za glinu dugotrajna (iskopavanja, transporta, ugradnje, meteoroloških uslova i dr.), i treba da se izvodi "in situ".

Ali, svako odgovorno društvo traži i odgovore makar na nekoliko pitanja. Da li bi kvalitet nepropusne barijere zadovoljio kriterijume propisa po pitanju zahtevane permeabilnosti i QA/QC kontrole? Da li ima dovoljne količine kvalitetnog glinenog materijala? Kakav je uticaj otkopavanja gline na životnu sredinu? Da li je racionalno, da se na račun prostora za deponovanje otpada ugrađuju debeli glineni slojevi? Da li u Srbiji postoje proizvođači materijala za nepropusne barijere koji bi svojim proizvodima supstituisali uvoz?

3. PROBLEMATIKA

Pojava direktiva Evropske Unije stvorila je postupak za praktično rešavanje formiranja i sanacije - zatvaranje napunjenih deponija komunalnim ili industrijskim otpadom. Istovremeno se time obezbeđuju i uslovi da se nakon završetka deponovanja, postupkom adekvatnog prekrivanja, postigne potpuno zatvaranje - kapsuliranje otpada. Tada, nepropusna barijera ima višestruku ulogu, jer treba da: (1) spreči zagađivanja podzemnih voda i obližnjih vodotokova procednim vodama iz tela deponija, (2) obezbedi

stacionarno stanje mikrobioioških i hemijskih reakcija u telu deponije, (3) spreči unošenje atmosferskih padavina i bujičnih voda u telo deponija i (4) kod deponija komunalnog otpada obezbedi tehničke uslove za efikasno prikupljanje deponijskih gasova i procednih voda iz tela deponija i kontrolu daljeg postupka sa njima.

Primena drugih materijala kao supstitucija za glinu, povezana je sa konstatacijom da se problemi mogu da rešavaju kombinacijom slojeva od geosintetskih i hemijskih materijala i sintetskih gelova, a jedan od ciljeva je bio smanjenje ukupne debljine nepropusne barijere, na račun glinenog dela i u korist većeg prostora za deponovanje otpada. Geosintetski materijali predstavljaju razne oblike nepropusnih slojeva uglavnom polietilenskog tipa (HDPE). Osnovni problem ovog materijala su mehaničke prirode (istezanje i druge deformacije i pucanje) i hemijske prirode (slabe na hemijske komponente deponijskog gasa i procednih voda). Za izradu sintetskih gelova koriste se prirodni materijali. Bentonit u kombinaciji sa geosintetskim materijalima (GCL ili BES+HDPE) gradi gel sa fizičkim osobinama, dok pesak (kameni agregat ili slično), bentonit i polimer, uz dodatak vode, grade gel sa elektrohemijskim vezama (PG). Razlika ova dva tipa je da se formiranje gela kod GCL odvija tokom ugradnje, a kod PG tokom proizvodnje. Samim tim su QA/QC procedura i tehnika izrade nepropusne barijere različiti. Razlozi za primenu ovih barijera vezani su za primenu materijale tipa glineni kompaktirani sloj (CCL) i glineni ekspandirani sloj (CEL), prema kojima je tražen bolji kvalitet (k manje od $1*10^{-9}$), veća brzina ugradnje, manja debljina zaptivnog sloja, niža cena ugradnje, jednostavnija QA/QC analiza i dugotrajna sigurnost kvaliteta.

4. SINTEZA

U skladu sa pomenutim postupcima, za nepropusne barijere se koriste svi materijali navedeni u referentnom sistemu, međutim, ovom prilikom predmet interesovanja su samo dva tipa slojeva za nepropusne barijere, iz sledećih razloga:

- GCL sloj, jer ga većina projektanata smatra jedinim dobrim slojem za nepropusne barijere, i treba ga ugrađivati, jer je jeftin i najbolji i
- PG sloj, jer je poznat manjem broju projektanata, koji ga smatraju najboljim, ali ne i najskupljim slojem za nepropusne barijere, pozivajući se na bolju zaštitu životne sredine i izbegavanje mogućnosti „rekapinga“.

Za pomenuta dva slučaja izgradnje nepropusnih barijera koriste se osnovni materijali GCL i PG i njlhove kombinacije sa HDPE folijom. Uporednom analizom osobina ova dva tipa nepropusnih barijera moguće je zaključiti:

a) za nepropusne barijere od GCL, sa i bez HDPE

- sve prisutnije mišljenje o neadekvatnom rešenju,
- smanjen deponijski prostor,
- proklizavanja donjeg zaptivnog sloja,
- urušavanja gornjeg zaptivnog sloja,
- korišćenje ovog materijala dovelo do novog pojma - "rekaping deponija"- zbog naknadnih radova,
- velika konkurencija prolzvođača ovog materijala,
- nerealno niske cene često opredeljuju investitore,
- pojava povećanog udela kalcijumskog bentonita u proizvodima, što direktno snižava kvalitet,
- QA/QC analiza izvodljiva samo u laboratorijskim uslovima,
- nedostaci se poboljšavaju kombinacijom sa HDPE folijom veće debljine,
- relativno komplikovana i spora ugradnja i dr.

b) za nepropusne barijere od PG, sa i bez HDPE

- izuzetno dobro rešenje za dno, bokove i prekrivanje deponije,
- mala potreba za bentonitom,
- jedini prirodni materijal koji ima elektrohemijsku vezu u osnovnoj strukturi (polielektrolitni gel), a ne hidrolitičku,
- nema potrebe za korišćenjem HDPE folije,
- kombijacija sa korišćenjem HDPE folije je posledica modifikacije propisa,
- može da se koristi i LDPE,
- moguće je QA/QC analize sprovodi kombinovano "in situ" i "ex situ",
- do danas, nema reklamacije na urađene nepropusne barijere,
- relativno niski troškovi izrade, zbog primene domaćih materijala, peska (kamenog agregata ili slično) i bentonita,
- relativno niski troškovi ugradnje,
- jednostavna i brza ugradnja i dr.

5. REZULTAT

Odluka o izboru vrste nepropusne barijere jednostavno se sama nameće: za deponije na kojima će se odlagati sve vrste otpada (neopasan, opasan i inertan) treba primeniti nepropusnu barijeru od polielektrolitskog gela (PG).

Materijal PG tipa koji se danas u često primenjuje je poznat pod nazivom Trisoplast. U svetu je korišćenje Trisoplasta u primeni 20-tak godina. Do danas, je njime prekrivena površina veća od 2,000.000 m^2 i ni u jednom slučaju nije evidentiran bilo kakav problem sa njegovim korišćenjem (nije

bilo potrebe ni za ponovnu sanaciju - tzv. „rekaping“- prethodno saniranih deponija.

Osnovna razlika izmedu Trisoplast-a i drugih nepropusnih materijala je u tome što je Trisoplast smesa tri komponente sa elektrohemijskom vezom: (1) punila (rečni pesak ili drugi slični materijali), (2) bentonita (sa malim sadržajem kalcijuma) i (3) polimera za umrežavanje osnovne strukture, u odnosu oko 1000 kg+130 kg+2.6 kg+voda. Ova masa se tokom ugradnje sabija (valjanjem) do 92%. Kao rezultat dobija se izrazito nisko permeabilna mineralnu barijera s koeficijentom permeabilnosti između $3*10^{-11} < k < 1*10^{-12}$ m/s, pri debljini nepropusne barijere od samo 7 cm na dnu i bokove i za prekrivanje kod deponija komunalnog otpada, dok se za deponije izrazito opasnog otpada (zbog veće sigurnosti) primenjuje debljina do 9-12 cm. Sa ovakvom karakteristikom Trisoplast je 100-1000 puta bolji od konkurentnih materijala. Testovima dugotrajnosti (ASTM standardi) utvrdena je trajnost materijala preko 100 godina (npr. za GCL je teoretska trajnost do 15 godina, mada iskustvo ukazuje na mnogo kraći period). Trisoplast se proizvodi u šaržama, u mobilnom postrojenju koje se postavlja na lokaciji na kojoj se i ugrađuje. To omogućava kompletnu QA/QC kontrolu, a ne nepotpunu (samo u laboratoriji fabrike), što je slučaj kod gotovo svih ostalih materijala. Brzina ugradnje Trisoplasta je od 3.000 do 5.000 m^2 dnevno, pri odgovarajućim meteorološkim uslovima.

6. PREDLOG REŠENJA

Imajući u vidu efikasnost opisanog tehnološko-tehničkog rešenja Trisoplast, predlažemo primenu ovr BAT tehnologije, prilikom izgradnje i/ili saniranja, zatvaranja i rekultivacije postojećih sekundarnih objekata rudarsko-energetskog sektora i deponija komunalnog (i drugih vrste) otpada. U sledećim primerima su date neke realne mogućnosti primene ove tehnologije.

6.1. Deponovanje pepela i šljake, flotacijske jalovine i gipsa

Prilikom izgradnje prostora za deponovanje pepela i šljake iz termoelektrana, flotacijske jalovine iz rudnika obojenih metala i gipsa iz sistema za odsumporvanje, kao i pri prekrivanju nakon završenog deponovanja, neophodno je oblaganje dna, bočnih strana i prekrivke vodonepropusnim slojem, koji tokom ekspoloatacije i nakon zatvaranja deponije (zajedno sa sistemima za detekciju, sakupljanje i odvođenje procednih voda) treba da obezbedi efikasnu zaštitu podzemnih voda i zemljišta i vazduha od emisija prašine. To je prilika za primenu Trisoplasta, jer su njegove najvažnije dve osobine vodonepropusnost (1*10-12 m/s < k < 3*10-11 m/s) i trajnost (čak do 100 godina).

Što se tiče finansijskih ulaganja moguće ja da početni troškovi izgradnje upotrebom Trisoplasta budu nešto veći, ali nakon zatvaranja, troškovi održavanja su manji. Trisoplast ima ekonomsku prednost na lokacijama gde je moguće nabaviti pesak i bentonit po lokalnim cenama. Odnos cene i kvaliteta, odnosno dugotrajnosti tehnologije Trisoplast je veoma povoljan. Korišćenje principa ove nepropusne barijere nudi šansu, jer se relativno tankim slojevima (0,07-0,09 m) može obezbediti trajno zaptivanje dna i bokova deponije, kao i kreiranje prekrivke na velikim površinama i sa ogromnim količina (moguće je trajno izolovati i više od 25 m visokih naslaga) pepela i šljake. Time se ekonomski najefikasnije trajno onemogućuje i infiltriranje atmosferilija, razvejavanje pepela vetrom i izlučivanja štetnih sastojaka u podzemne vode i okolno zemljište.

6.2. Velika skladišta uglja

Prilikom kontakta uglja na velikim skladištima (kod termoelektrana), sa atmosferskim vodama dolazi do ispiranja štetnih i zagađujućih materija iz uglja, kada se sa procednim vodama transportuju i značajne količine policikličnih aromatičnih ugljenika (PAH), metala u tragovima i drugih suspendovanih materijala u zemljište. U cilju sprečavanja zagađivanja podzemnih voda i zemljišta, preporučuje se obezbeđivanje vodonepropusnosti baze - podloge na kojoj je skladište, sakupljanje i odvođenje procednih voda, uz dalji tretman. Izgradnja vodonepropusne barijere za skladišta uglja zasniva se na primeni višeslojne barijere. U skladu sa navedenim karakteristikama Trisoplasta, njegovim ugrađivanjem u podlogu skladišta uglja, u potpunosti se sprečava zagađivanje podzemnih voda i sigurna kontrola daljeg tretmana procednih voda.

6.3. Izmeštanje korita reke i izgradnja kanala

Ponekad je otvaranje novih ležišta uglja ili novih površinskih kopova, u okviru istog ležišta, povezano sa privremenim ili konačnim izmeštanjem delova rečnog korita. Tom prilikom se, radi obezbeđivanja uslova opstanka reke i rečnog korita i zaštite životne sredine, inženjerskim metodama traže uslovi za „trasu korita reke“. Ali, adekvatna rešenja kojima se obezbeđuju ovi uslovi drastično povećavaju troškove eksploatacije. Primena mineralne barijere Trisoplast, kao vodonepropusnog sloja za oblaganje novoformiranog rečnog korita, ne zahteva određivanje trase korita reke prema geološkim karakteristikama stenskog materijala na terenu, tako da u odnosu na celokupan obim radova, primena Trisoplasta može drastično da smanji troškove. Primena Trisoplasta omogućava i premeštanje reka (korita reka) preko lokacija - terena na kojima su stara odlagališta otkrivke, što u nekim slučajevima takođe može da bude odlučujući faktor u pogledu troškova i roka izrade novog korita reke.

Treba istaći i primenu Trisoplasta za izgradnju mreže kanala za navodnjavanje prostora na kojima se sprovode postupci remedijacije, rekultivacije i melioracije, nakon rudarskih radova. Takođe treba istaći i mogućnost izgradnje i plovnih kanala.

6.4. Izgradnja puteva i nasipa

Primena pepela i šljake u izgradnji puteva kao nasipnog materijala u putnoj infrastrukturi, omogućava supstituciju kamenog materijala ili peska. U nekim slučajevima se primenom Trisoplasta troškovi smanjuju za polovinu. Uloga Trisoplasta je da izoluje - kapsulira pepeo i šljaku od okoline. Posebno interesantan aspekt mogućnosti primene Trisoplasta, ogleda se u iskorišćenju pepela i šljake za izgradnju odbrambenih nasipa od poplava, po principu kapsuliranja tela nasipa od pepela i šljake Trisoplastom.

Do danas su, na samo dve lokacije (Kolubara i Kostolac) u Srbiji nagomilane ogromne količine ovog materijala a evidentirano je samo nekoliko primera korišćenja i to uglavnom elektrofilterskog (letećeg) pepela. Treba istaći činjenicu da, supstituciju kamena, šljunka i peska, pepelom i šljakom od sagorevanja uglja, najbolje realizuje Trisoplast, jer omogućava kapsuliranje pepela i šljake na mestu ugradnje (put, nasip i sl.), a to rešava veliki problem odlaganja znatnih količina pepela i šljake.

7. ZAKLJUČAK

Propisi u Republici Srbiji jasno utvrđuju zahteve za postojanjem nepropusnih barijera kod izgradnje i sanacija deponija otpada, sa definisanim vrednostima permeabilnosti za prirodne materijale i debljine slojeva od ovih materijala, odnosno za adekvatne sintetičke materijale kao dopuna ili zamena, kao i za njihove kombinacije. Možda je, kao kod nekih stranih propisa, trebalo da postoji i grafički prikaz dozvoljenog koncepta nepropusne barijere. Dozvoljena korekcija u propisu (jednaka ili manja permeabilnost i debljina sloja - Tabela 1), svedena je na stanje kod ugradnje, a ne nakom sanacije i kasnije. Time se zanemaruje princip održavanja konstantnog stanja saniranog prostora, kako bi realizovana sanacija mogla uspešno da zaštiti životnu sredinu. Nedostatak propisa je što nisu definisani kontrolni mehanizme za materijale ugrađene u nepropusne barijere. Takođe, propisi ne definišu obavezu dugoročne stabilnosti i garancije kvaliteta ugrađenih materijala, čime se omogućuje da nepropusne barijere nakon nekoliko godina moraju ponovno da se ugrade, što podrazumeva visoke troškove za otkrivanje deponije, odnosno premeštanje otpada ukoliko propušta barijera na dnu deponije. U praksi, pitanje kvaliteta nepropusnih barijera nije potpuno u skladu sa EU principom primene BAT tehnologije (Best Availible

Technology), već je često dogovor projektanta i investitora oko materijala koji se mogu koristiti i ekonomske mogućnosti investitora.

Imajući u vidu dosadašnje iskustvo, sve ukazuje da je za korektnu tehničku izgradnju prostora za deponovanje komunalnog otpada potrebno da se uvezu svi bitni materijali za konstrukciju nepropusne barijere. Kod ugradnje Trisoplasta uvoz je sveden na minimum, samo nabavka polimera, dok su pesak (ili sličan kameni agregat ili drugo) i aktivirani bentonit, dostupni i u Republici Makedoniji i Republici Srbiji, a za proizvodnju i ugradnju Trisoplasta ima dovoljno adekvatne domaće opreme.

Samo dve osnovne karakteristike Trisoplasta, da je 100-1000 puta bolji od najboljih konkurentskih materijala i da je njegova trajnost preko 100 godina, postavljaju ga na poziciju najboljeg materijala za nepropusne barijere. Prednost da se proizvodi u šaržama, u mobilnom postrojenju koje se postavlja na lokaciji na kojoj se i ugrađuje, omogućava kompletnu QA/QC kontrolu tokom proizvodnje i ugradnje (a i kasnije), a ne nepotpunu (samo u laboratoriji udaljene fabrike), što je slučaj kod gotovo svih ostalih materijala. Brzina ugradnje Trisoplasta od 3.000 do 5.000 m^2 dnevno, pri odgovarajućim meteorološkim uslovima, kao i pristupačna cena zbog primene domaćeg materijala, su takođe bitne karakteristike, koje naročito dolazi do izražaje u ekonomskoj analizi kompletnog poslovnog poduhvata.

Današnja situacija u Republici Srbiji, u pogledu projektantskog iskustva i korišćenja GCL-a i sličnih materijala, a zbog slabog kvaliteta ovih materijala, otvoriće u skoroj budućnosti obimnu primenu Trisoplasta. Nažalost, najviše na problemima saniranja već saniranih deponija (rekaping). Dodatni troškovi i izgubljeno vrema, kao i nivo zagađenosti životne sredine ostaju da ih procene buduće odgovorne strukture u Srbiji.

LITERATURA

1. Christensen T., Cossu T. and Stegmann R. (eds.): Barriers, waste mechanics and groundwater pollution; Eighth international waste management and landfill symposium, Proceedings, Vol. 3. S.l. Italy, Sardinia, pp. 45-54, 2001.
2. Scottish EPA: Framework for Risk Assessment for Landfill Sites The Geological Barrier, Mineral Layer and the Leachate Sealing and Drainage System, 2002.
3. Koerner R. M.: Designing with Geosynthetics, Fifth Edition, Prentice Hall, 2006.
4. Krešić K.. i Udovič D.: Nove vrste brtvenih slojeva za odlagališta komunalnog i opasnog otpada, Tehnoeko br.3/2007, Zagreb, 2007.
5. Boels D.: Comparing performance of Trisoplast with different mineral liner materials,

6. Heerten G. and Koerner R. M.: Cover systems for landfills and brownfields, Land Contamination & Reclamation, 16 (4), 2008.
7. Franz-Georg S. and Müller W. W.: Standard and alternative landfill capping design in Germany, Environmental Science & Policy 7, pp. 277-290, 2004.
8. Urošević D., Anđelić B., Sovrlić M. i dr.: Doprinos primeni MT-metode kod izgradnje i sanacije deponija komunalnog otpada u cilju zaštite životne sredine, Međunarodna konferencija-Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Čačak, 2012.
9. Karanac M., Anđelić B., Savić M., Jovanović J., Jovanović M.: O nekim pitanjima projektovanja vodonepropusnih slojeva deponija, Chymicus IV, Tara, str. 1-7, 2012.
10. Trisoplast Manual, ver. 2.0., Trisoplast Mineral Liner, 2010.
11. Marketinški materijal kompanija Provoding i GreenSoil, generalnih zastipnika i proizvođača Trisoplast-a, Multriwel-a i TerraCottem-a.

PRIMENA NOVIH MATERIJALA PRI HIDRAULIČKOM TRANSPORTU I KONSTRUKCIJAMA U RUDARSTVU

APPLICATION OF NEW MATERIALS DURING HYDRAULIC TRANSPORTATION AND CONSTRUCTIONS IN THE MINING

Urošević D.[1], Mitić D.[2], Đurović R.[3]

Abstract

Kao i u svetu, primena fiberglas-epoksi cevi i konstrukcija počinje intenzivnije da se primenjuje i u našoj zemlji. Osnovni razlozi su znatno manja težina, nije korozivan, dug životni vek, brža i jeftina montaža i nema troškova održavanja. Pored prikaza osnovnih karakteristika fiberglas epoksi cevi i konstrukcija i prednosti njihove primene u odnosu na čelične cevi, u radu su dati rezultati njihove dosadašnje primene u našoj zemlji.

Ključne reči: fiberglas, cevi, primena

Abstract

As worldwide the use of fibreglass-epoxy pipes and construction began to be more intensively applied in our country, too. The main reasons are much lighter weight, non-corrosive, long lifetime, rapid and inexpensive installation and there are no maintenance costs. Besides the main characteristics of epoxy fibreglass pipes and structures and the benefits of its application in relation to the steel pipes, the paper presents the results of its previous applications in our country.

Keywords: fibreglass, pipes, application

[1] Dr Urošević Dragoljub, Pro Voding doo, Beograd
[2] Mitić Danica, Pro Voding doo, Beograd
[3] Đurović Raša, Pro Voding doo, Beograd

1. UVOD

Fiberglas epoksi ima veoma širok opseg primene u raznim granama industrije kao što su rudarstvo, transport i distribucija nafte i gasa, petrohemijska, hemijska, metalurgija, prehrambena i dr. Pri transportu abrazivnih i agresivnih fluida i gasova, gde je prisutna hemijska korozija, fiberglas epoksi cevi danas su u svetu nezamenljive.

Osnovni razlozi ovako širokog opsega primene fiberglasa i epoksi smola leže u prednostima u odnosu na čelik i to:

- njegova težina iznosi 1/6 čeličnih cevi
- nije korozivan, otporan na agresivne materije
- otporan na abraziju što omogućava transport mešavine vode i pepela, peska i šljunkovitog materijala
- otporan na UV zračenje i sve atmosferske faktore (za cevovod koji se polaže na terenu)
- upotrebni vek je neograničen
- nepotrebno održavanje
- ne zahteva katodnu zaštitu i zaštitne premaze
- laka ugradnja
- jeftina montaža
- idrživost na visoke pritiske do 240 bara
- otponost na temperaturne promene i na visoku temperaturu

2. FIBERGLAS EPOKSI CEVI

Pored navedenih prednosti, montaža fiberglas epoksi cevi je znatno jeftinija u odnosu na čelične cevi. Za njihovo postavljanje nije potrebna teška mehanizacija pošto su 70% lakše od čeličnih cevi. Spajanje se ne obavlja zavarivanjem, tako da se montaža obavlja višetruko brže i nije potrebna ni radiografska kontrola zavarenih spojeva. Pored toga moguće je izmeštanje cevovoda u izuzetno kratkom roku bez korišćenja bilo koje jedinice mehanizacije.

Fiberglas epoksi cevi ne iziskuju troškove održavanja. Pošto nisu korozivne, a nije potrebna ni katodna zaštita, troškovi postavljanja su svedeni na minimum, a kontrola i održavanje su nepotrebni.

Fiberglas epoksi cevi su otporne na abraziju što omogućava transport raznih mešavina pepela, šljunka, peska, mulja kroz cevi, a samim tim primenu u drenažnim sistemima, sistemima refulacije, transporta pepela u termoelektranama i na rudarskim kopovima.

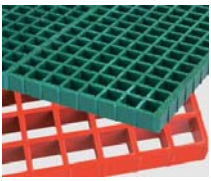
Otpornost na koroziju omogućava primenu pored hemijske industrije i za sisteme odvodjenja otpadnih i zauljenih voda, sa i bez agresivnih materija, u rafinerijama, industriji i kanalizaciji.

Na tržištu je danas najveći proizvođači fiberglas epoksi cevi američka kompanija NOV -AMERON. Cevi se proizvode sa tri vrste spojeva - TT lepljenjem, KL mehanički spoj i navojni spoj. Pored toga moguće je spajanje prirubnicama, što omogućava povezivanje sa postojećim cevovodima od drugih materijala, ventilima, pumpama, klapnama itd. Spajanje se obavlja brzo, uz minimalno angažovanje radne snage kako stručne tako i fizičke.

3. KONSTRUKCIJE OD FIBERGLASA

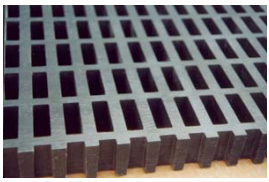
Pored cevi od fiberglasa se danas proizvode gazišta, stepeništa, rukohvati, merdevine i noseće konstrukcije kao zamena za čelične. Ovi proizvodi su napravljeni od plastičnih smola ojačanih staklenim vlaknima.

Gazišta se prozvode u tri tipa i to obična, ojačana i za velika opterećenja. Postoji preko 20 tipova običnih gazišta u obliku kvadratnih ili pravougaonih mreža (Slika 1). Površina gazišta nije klizava i može biti konusna ili pokrivena zrnastim slojem. Otporna su na sve korozivne materije i hemikalije što im omogućava instalaciju u svim uslovima u indusrijskim objektima i van njih za podove, platforme, prelaze i dr. Ojačana gazišta obezbeđuju izdržljivost i optornost na koroziju sa velikim ojačanjem u jednom pravcu i čvrstoćom, pa se primenjuju na širokim rasponima (Slika 2). Gazišta za velika opterećenja svojom velikom izdržljivošću obezbeđuju prelaz teškog saobraćaja (Slika 3). Zahvaljujući visoko kvalitetnim plastičnim smolama sa dodatnom količinom stakla može da nosi teška vozila, kamione, i dr.



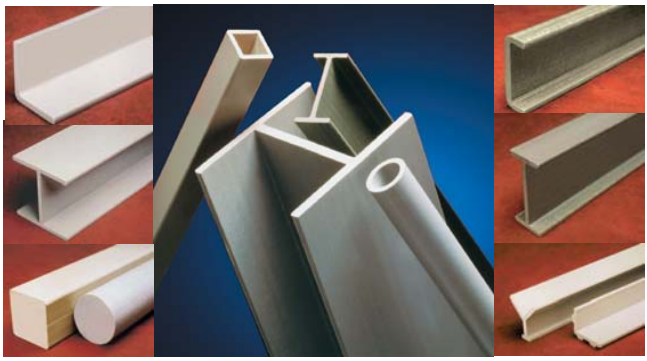
Slika 1. Obična gazišta

Slika 2. Ojačana gazišta



Slika 3. Gazišta za velika opterećenja

Nekoliko tipova proizvoda svojom otpornošću na sve agresivne i korozivne uticaje i površinom koja nije klizava obezbeđuje sigurnosne uslove za stepeništa (gazišta, noseća konstrukcija, rukohvati-Slika 4). Mogu se primenjivati u svim industrijskim objektima pa do spoljašnjeg stepeništa koje mora zadovoljiti urbanističke uslove. Rukohvati i merdevine zadovoljavaju sve uslove za primenu od sigurnosnih do tehničkih karakteristika.



Slika 4. Stepeništa *Slika 5. Različiti tipovi profila o fibergalasa*

Za izradu nosećih konstrukcija proizvode se i različiti tipovi profila od fibeglasa (Slika 5). Ove profile objedinjuju visoke performance materijala sa investicionom isplativošću.

4. REZULTATI PRIMENE

Prva primena fiberglas epoksi cevi u našoj zemlji otpočela je početkom 2006. godine u Rudarskom basenu Kolubara. Na polju B Baroševac primenjene su Ameron Bondstand fibrglas epoksi cevi za transport drenažne vode za odvodnjavanje kopa prečnika 200 mm i dužini od 500 m. Karakteristika ovog sisitema je laka i brza montaža i demontaža što omogućava brzo premeštanje cevnog sistema uz izuzetne uštede.

Tokom naradenih godina u Rudarskom basenu Kolubara, na površinskom kopu Tamnava-Zapadno-Polje, primenjene su Ameron fiberglas epoksi cevi za odvodnjavanje kopa, prečnika 200, 250 i 300 mm ukupne dužine 8400 m (Slika 6), a na Polju B 2000 m prečnika 250 i 300 mm.

Slika 6. Cevovodi na Rudarskom basenu Kolubara - Tamnava-Zapadno Polje

Treba istaći da je primena fiberglas cevi ostavrila uštedu u investiciji u iznosu od 15% u odnosu na čelične, u montaži od 30% i da su troškovi održavanja svedeni na nulu, odnosno da ih praktično nema.

Na kopu Tamnava-Zapadno Polje za povezivanje bunara u cilju odvodnjavanja primenjene su fiberglas cevi prečnika 100 do 400 mm ukupne dužine 9000 m (Slika 7).

Slika 7. Odvodnjavanje bunara na kopu Tamnava-Zapadno Polje

U TE Nikola Tesla B instalirane su fiberglas cevi prečnika 250 mm dužine 1250 m za transport hidromešavine pepela na obodnom cevovodu i istakačima deponije pepela (Slika 8).

Slika 8. Cevovod za transport hidromešavine pepela - TE Nikola Tesla B

U TE Nikola Tesla B kompletna cevna instalacija za hemijsku pripremu vode i instalacija za transport HCL i NaOH urađena je od fiberglas cevi (Slika 9). Ugrađene su cevi od 2 do 200 mm 230 m

Slika 9. Hemijska priprema vode u termoelektrani Nikola Tesla B

U TE Pljevlja u HPV primenjene su cevi 200 i 250 mm za transport demi vode (Slika 10).

Slika 10. Hemijska priprema vode u termoelektrani Pljevlja

U rudarskom besenu Kolubara, u pogonu prerada u Vreocima, kompletan cevovod za transport hidromešavine pepela izveden je od fiberglas cevi prečnika 100 mm dužine 3300 m (Slika 11).

Slika 11. Cevovod za transport hidro-mešavine pepela u pogonu Prerada Vreoci

U TEKO Kostolac primenjene su Ameron Bondstand fiberglas epoksi cevi za odvodnjavanje na linijama bunara LCXI, LCXII i LCXIII prečnika 150 do 900 mm i ukupne dužine 12600 m (Slika 12).

Slika 12. Cevovod za odvodnjavanje - linije bunara LCXI, LCXII, LCXIII TEKO Kostolac

U TEKO Kostolac na polju Ćirikovac instalirane su fiberglas epoksi cevi prečnika 200 i 350 mm za transport pepela dužine 8700 m (Slika 13).

Slika 13. Cevovod za transport hidromešavine pepela u TEKO Kostolac - Ćirikovac

U TEKO Kostolac na polju rudnika Drmno primenjene su fiberglas epoksi cevi prečnika 600 i 800 mm za odvodnjavanje dužine 650 m.

U RTB Bor instalirana su dva paralelna cevovoda prečnika 350mm ukupne dužine 22500m za hidrotransport rude bakra sa rudnika Cerovo do pogona Flotacija Veliki Krivelj. (Slika 14)

Slika 14. Cevovod za hidro transport rude bakra u RTB Bor

U NIS Rafineriji nafte Pančevo ugradjeno je 5400 m GRE cevi od 150 do 400 mm na cevovodima za transport zauljene vode i kanalizacije.

Fiberglas konstrukcije u našoj zemlji našle su primenu u brojnim granama industrije, počevši od površinskih kopova, rafinerija, hidrocentrala, tremocentrala, naftnih polja itd. U narednom teksu prikazani su brojni primeri primene.

U Rudarskom basenu Kostolac 2006. Godine, na pogonskoj stanici UZ-3 na površinskom kopu Drmno, ugrađena su gazišta i stepeništa ukupne površine

od 210 m^2 (Slika 15) [7,8]. Postavljena gazišta i stepeništa jeftinija su 20-30% u odnosu na čelična, lakša su za oko 60% u odnosu na čelična, ne zahtevaju dodatno održavanje i celokupna montaža je obavljena za samo jedan dan.

Slika 15. Ugrađena gazišta i stepeništa na pogonskoj stanici UZ-3 na kopu Drmno

Takođe, na rudarskom basenu Kostolac 2006. godine na pogonskoj stanici B-180 urađene su staze i stepeništa (Slika 16).

Slika 16. Ugrađene staze i stepeništa na Pogonska stanica B-180 na rudarskom basenu Kostolac

U brani hidro elektrane Perućica u Crnoj Gori izvedena su gazišta i merdevine od fiberglas materijala (Slika 17). Takođe, u brani hidro elektrane Bajina Basta kompletna gazišta su izvedena od fiberglasa (Slika 18). Obzirom na uslove stalne vlažnosti unutar brane hidro centrale koji ubrzavaju koroziju zamena čeličnih meredvina i gazišta redukovala je troškove održavanja ovih elemenata na minimum.

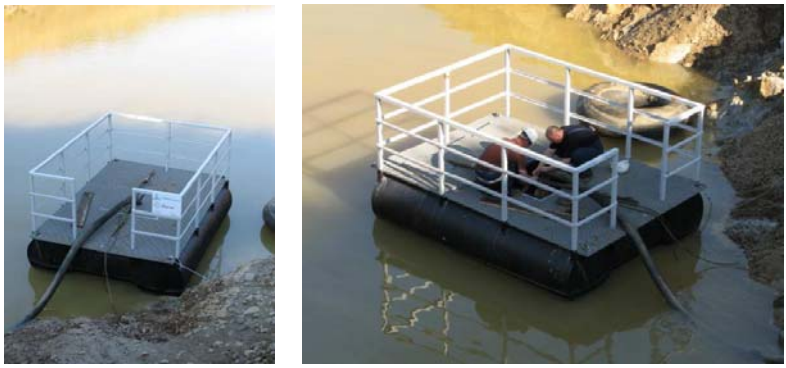
U termoelektrani Kostolac deo gazišta je zamenjen sa gazištima od fiberglasa u cilju smanjena troškova održavanja (Slika 19). U budućem periodu ovaj proces zamene gazišta treba da se intenzivira .

Slika 17 Merdevine i gazista u brani hidro elektrane Perućica

Slika 18. Gazista u brani HE Bajina Bašta

Slika 19. Gazišta u TE Kostolac

U cilju smanjena troškova održavanja u Omarskoj kompletan ponton za uronjenu pumpu izveden je od fiberglas epoksi materijala (Slika 20).



Slika 20. Ponton za pumpu (Mittal Omarska)

U rafineriji nafte Beograd, prvi put kod nas, je platforma i rezervoar sa manipulativnim prilazom koji podrzumeva noseću kostrukciju, stepeništa, rukohvate i gazišta kompletno urađen od fiberglasa (Slika 21). Sredina u refineriji je poznata po agresivnim i kiselim gasovima koji intenziviraju koroziju. Ovakav način izvođenja u potpunosti eliminiše troškove održavanja koje zahteva čelična izvedba.

Slika 21. Platforma i rezervoar u rafineriji nafte Beograd

U naftnoj industriji Srbije konstrukcija od fiberglasa primenjene su na naftnim poljima kao stepeništa, rukohvati i gazišta. Takođe, na nekim bušećim postrojenjima gazišta su izvedena od fiberglasa.

U TE Nikola Tesla, u postrojenju za hemijsku preradu vode, platforma sa konstrukcijom, merdevinama i ogradom (Slika 22), platforma sa stepenisnim prilazom i ogradom (Slika 23) i kanalice za kablove Slika (24) od fiberglasa otporne na hemikalije koje su u velikoj koncentraciji prisutne u postrojenju.

Slika 22. Platforma u TE Nikola Tesla

Slika 23. Platforma sa stepenisnim prilazom u TE Nikola Tesla

Slika 24. Kanalice za kablove u TE Nikola Tesla

U rudniku bakra Majdanpek, resetke za pokrivanje staze strele na odlagacu (Slika 25).

Slika 25. Rudnik Bakra Majdanpek - Strela na odlagacu

5. ZAKLJUČAK

Fiberglas sa epoksi i plastičnim smolama ima veoma širok opseg primene i može supstituisati dosadašnje čelične cevne instalacije i konstrukcije u većini slučajeva. Omogućavaju lakšu, bržu i jeftiniju izgradnju bez troškova održavanja. U našoj zemlji postoji izuzetno velika zainteresovanost za njihovu primenu.

Cilj ovog rada je bio da prikaže rezultate dosadašnje primene fiberglas cevi i konstrukcija u našoj zemlji i da nastavi da populariše njihovu dalju primenu u svim vidovima industrije.

LITERATURA

1. Ameron technical specification, Houston, 2003.
2. Ameron Fiberglas pipe specification, Netherlands, 2003.
3. Centron technical specification, Houston, 2004
4. Danilović D., Đurović D., Ivoš V.: Pimena fiberglas epoksi cevi i konstrukcija u rudarstvu, VII Međunarodni simpozijum Mehanizacija i automatizacija u rudarstvu, MAREN 2006, str. 180-188, Beograd
5. Danilović D., Đurović D., Ivezić D.: Primena fiberglas epoksi cevi i konstrukcija u toplifikaciji, Časopis KGH, 2006, str. 237-242
6. Đurić V., Danilović D., Đurović D.: Pimena fiberglas epoksi cevi i konstrukcija u Srbiji, Časopis DIT, br. 37, oktobar, 2007, str. 23-30
7. Đurović Đ., Mitić D., Roovers T., Danilović D., Ivezić D.: Rezultati primene fiberglas epoksi cevi i konstrukcija u Srbiji, VIII Međunarodni simpozijum Mehanizacija i automatizacija u rudarstvu, MAREN 2010, str. 439-448, Beograd
8. Pro Voding, Beograd
9. Fiber Land, Beograd

UTICAJ BUKE NA ZDRAVLJE ZAPOSLENIH RADNIKA U OGRANKU POVRŠINSKI KOPOVI KOJI RADE NA RADNOM MESTU RUKOVAOCA TRANSPORTERA SA TRAKOM

NOISE IMPACT ON HEALTH OF THE WORKER AT THE BRANCH SURFACE MINES ON CONVEYOR STATION OPERATOR

Vićentić M.[1], Ivanković G.[2], Radović Z.[3]

Apstrakt

Buka u radnoj sredini označava svaki neželjen zvuk stvoren radom mašina, aparata ili zvuk koji potiče od izvora buke koji se nalazi u spoljnoj sredini. Izloženost buci na radnom mestu može da dovede do narušavanja zdravlja radnika.

Ključne reči: buka, radna sredina, zdravlje

Abstract

Noise in the workplace means any unwanted sound created by the machine operation, apparatus or sound that comes from the source of noise being located in the external environment. Exposure to noise in the workplace can lead to serious health of employees.

Keywords: noise, working environment, health

1. UVOD

Štetno dejstvo buke u radnoj sredini ogleda se u sledećem:

- oštećenje čula sluha,

[1] Vićentić Milan, JP Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara, Lazarevac
[2] Ivanković Goran, JP Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara, Lazarevac
[3] Mr Radović Zoran, JP Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara, Lazarevac

- ometanje obavljanja određene djelatnosti,
- ometanje neposredne komunikacije govorom,
- ometanje komunikacije nekim od komunikacionih sredstava,
- ometanje zapažanja raznih signalizacionih sredstava.

Oštećenje sluha izazvano bukom obično je izazvano usled dugotrajne izloženosti glasnoj buci. Prvi simptom je obično nemogućnost da se čuju zvukovi velike jačine. Ukoliko se ne reši pitanje preterane buke, sluh takvog lica dalje će se pogoršavati, i javiće se i problemi u detektovanju zvukova koji su manje jačine.

Pri analizi štetnog uticaja buke u radnoj sredini uzima se u obzir:

- buka koju stvaraju oruđa za rad i mašine, sa kojima zaposleni rukuje,
- buka koju stvaraju oruđa za rad i mašine, sa kojima zaposleni ne rukuje
- neposredno,
- buka koju stvaraju neproizvodni izvori u radnoj sredini (uređaji za ventilaciju),
- klimatizaciju, spoljni izvori itd.)

Dozvoljeni nivo buke na radnom mestu i dopušteno vrieme izlaganja buci su definisani Pravilnikom o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju buci (Sl . glasnik RS,broj 96/2011).

Veza između buke i nesreća prepoznata je u Direktivi o buci, gde postoji uslov da se ta veza posebno uzme u obzir u proceni rizika od buke. Buka može da dovede do nesreća na sljedeći način:

- dovodi do toga da je teže radnicima da čuju i da pravilno razumeju govorne poruke i signale,
- buka prekriva zvukove koji označavaju da se približava opasnost ili upozoravajuće siganale (npr. signal za rikverc kod vozila),
- jer odvlači pažnju radnicima, kao što su recimo vozači,
- jer doprinosi stresu povezanom sa poslom koji povećava kognitivno opterećenje, čime se povećava verovatnoća da će doći do grešaka.

Direktiva 2003/10/EC Evropskog Parlamenta i Saveta propisuje, da uzimajući u obzir tehnički napredak i mere koje se mogu koristiti za kontrolu rizika na izvoru, rizici koji nastaju usljed izloženosti buci moraju biti ukljonjeni na izvoru ili svedeni na minimum. U ovoj direktivi se takođe definiše novo dnevno ograničenje za izloženost buci od 87 dB(A).

2. UTICAJ BUKE NA ZDRAVLJE RADNIKA KOJI RADE NA RADNOM MESTU RUKOVAOC TRANSPORTERA SA TRAKOM

Usled nemogućnosti adekvatne zaštite od prekomerne buke na pogonu Polje D kao i spleta drugih nepovoljnih okolnosti koji se neminovno javljaju u

toku rada (servisiranje mašina i opreme, velika koncentracija guseničnih mašina na malom prostoru, velika starost radne opreme i tehnike, nepovoljna starosna struktura radnika itd.) prisutna je iz godine u godinu tendencija pogoršanja sluha kod zaposlenih i to svih doba starosti.

U odnosu na radna mesta, posebno su ugroženi radnici koji rade na pogonskim stanicama transporterasa trakom na radnom mestu rukovalac pogonske stanice. Potvrda ove konstatacije su i rezultati merenja nivoa buke na pogonskim stanicama, koji na ogromnoj većini uveliko prevazilaze zakonom dozvoljene nivoe (Slika 1). Rezultati ispitivanja predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 1. Oštećenja sluha kod rukovalaca pogonskih stanica na pogonu Polje D

SISTEM	UKUPAN BROJ RUKOVALACA	BROJ RUKOVAOLACA SA OŠTEĆENJEM SLUHA	BROJ RUKOVALACA SA OŠTEĆENJEM SLUHA [%]
Ia	12	6	50
Ib	13	3	23
II	12	5	42
III	9	4	44
IV	9	4	44
V	12	4	33
BTU	14	6	43
BTS	19	16	84
UKUPNO	100	48	48

Podatak koji u startu privlači pažnju je da gotovo svaki drugi rukovalac pogonske stanice (48%) ima manje ili više oštećen sluh ili bar smanjenu osetljivost organa sluha na određenu frkvenciju zvučnog talasa.

Kod rukovalaca sa većim oštećenjem sluha, rade se dodatni pregledi i analize (po potrebi i ciljani pregledi) i ako rezultati ne zadovoljavaju minimalne kriterijume kvaliteta sluha, s obzirom da se radi o radnom mestu sa povećanim rizikom, daje se predlog za promenu radnog mesta radnika.

Treba napomenuti da u ovu grupu radnika nisu uvršteni rukovaoci pogonskih stanica kod kojih je oštećenje sluha bilo minimalno i kod kojih se ono pojavilo prvi put u 2010. godini.

Posebno zabrinjava podatak da je kod 10 radnika (10%), ove godine prvi put zabeleženo oštećenje sluha, što predstavlja znatan procenat u odnosu na broj pregledanih radnika.

Slika 1. Zastarelost pogonskih stanica je jedan od osnovnih uzroka prekomernog nivoa buke na pogonu Polje D

Posmatrano po proizvodnim sistemima broj radnika sa oštećenim sluhom je vrlo različit. Ubedljivo ih je najviše na ugljenom BTS sistemu, preko 80% a najmanje na jalovinskom Ib sistemu, nešto više od 20%. Ovo se donekle može objasniti različitom starosnom strukturom na ova dva proizvodna sistema, kao i činjenicom da je jedan veći broj rukovalaca pogonskih stanica na BTS sistemu već imao veća ili manja oštećenja sluha.

Slika 2. Pogonski motori na stanicama su osnovni generatori buke

Generalno posmatrano nivo buke na gotovo svim pogonskim stanicama znatno prelazi dozvoljene vrednosti (85dB). Treba napomenuti da se pri radu neke pomoćne mašine (buldozera, cevopolagača, rovokopača, vigera itd.) u

neposrednoj blizini pogonske stanice, što je čest slučaj, nivo buke znatno povećava.

U ovakvim slučajevima poželjno je izvršiti razmenu rukovalaca pogonskih stanica između sistema i preduzeti sve raspoložive mere tehničke zaštite od buke na objektima, koje su posebno opisane.

Lične mere zaštite (primena antifona i čepića za uši) u ovom slučaju nisu poželjne jer bi još više smanjile oštrinu sluha rukovalaca na stanici, što je veoma bitno na ovom radnom mestu. Ukoliko rukovalac ne bi na vreme odreagovao (čuo) uputstva dispečera ili pretpostavljenog u vezi pokretanja ili zaustavljanja tračnog transportera, to bi moglo imati veoma teške posledice po organizaciju posla i neposredne izvšioce. Takođe veoma je bitno da rukovalac pogonske stanice registruje sve zvučne signale koji mogu da ukazuju na havariju tračnog transportera ili pozive radnika koji se nalaze u neposrednoj blizini istog.

U sklopu navedenih ispitivanja vršena su i merenja nivoa buke na objektima pogona Polje D u zimskom periodu od 17. 01 do 16. 03. 2012. godine pri dnevnim temperaturama od 5ºC do -12ºC.

Deo rezultata ovih merenja predstavljeni su u Tabeli 2, u kojoj su predstavljene izmerene vrednosti buke na objektima Ia BTO sistema.

Iz Tabele 2 se vidi da je prekoračenje dozvoljenog nivoa buke na transporterima sa trakom merenjem utvrđeno da se javlja na platformama transportera na kojima rukovaoc transportera provodi jedan deo svog radnog vremena radi:

- vizuelnog pregleda pogonske stanice,
- kontrole kretanje gumene trake na svojoj stanici kao i presipnom mestu predhodnog transportera.
- praćenja materijala koji se transportuje trakom i ukoliko primeti neki veći predmet zaustavlja transporter i ne pušta ga dok se taj predmet ne odstrani.

Osnovni principi kontrole buke za rukovaoca tračnog transportera moraju biti:

a. Kontrola na samom izvoru buke,

b. Kontrola na mestu prijema buke.

Kontrola na samom izvoru buke

Rešavanju problematike smanjenja buke u radnim okruženju, najveću pažnju treba pokloniti skupu tehničkih kontrolnih mehanizama koji obuhvataju:

- izolaciju izvora, putem lociranja, zatvaranja, ili prigušivanja vibracije upotrebom metalnih ili vazdušnih opruga ili elastomerskih podupirača,

- redukciju na izvoru korišćenjem zatvaranja i prepreka,
- zamenu ili modifikacije mehanizacije, uključujući pogon,
- primjena tiših materijala kao što su gumene obloge na prenosnicima,
- aktivno smanjivanje buke ('anti-buka'), u određenim okolnostima,
- sprovođenje preventivnog održavanja: kada se dijelovi pohabaju nivo buke se mijenja.

Tabela 2. Izmerene vrednosti nivoa buke na Ia BTO sistemu pogona Polje D

OBJEKAT	INTERNA OZNAKA	MESTO SNIMANJA	VREDNOST NIVOA BUKE $[dB]$
Pogonska stanica	**B-9**	Kabina rukovaoca	71
Pogonska stanica	**B-9**	Platforma stanice	**90**
Pogonska stanica	**A-7**	Kabina rukovaoca	75
Pogonska stanica	**A-7**	Platforma stanice	**94**
Pogonska stanica	**B-6**	Kabina rukovaoca	72
Pogonska stanica	**B-6**	Platforma stanice	**90**
Pogonska stanica	**C-3**	Kabina rukovaoca	73
Pogonska stanica	**C-3**	Platforma stanice	**95**
Rotorni bager	**G-4**	Kružna platforma	**88**
Rotorni bager	**G-4**	Pored bagera	79
Rotorni bager	**G-4**	Kabina rukovaoca bagera	66
Rotorni bager	**G-4**	Kabina rukovaoca utovarne trake	62
Rotorni bager	**G-4**	Zajednička prostorija za odmor	67
Rotorni bager	**G-4**	Elektro postrojenje	73
Bager odlagač	**O-1**	Kružna platforma	**87**
Bager odlagač	**O-1**	Kabina rukovaoca odložne trake	64
Bager odlagač	**O-1**	Kabina rukovaoca odložne trake	65
Bager odlagač	**O-1**	Zajednička prostorija za odmor	69

3. MERE ZAŠTITE OD BUKE

Jedan od načina smanjenja buke mašina je izgradnja oklopa oko mašine, koja upija zvuk proizveden u mašini. U ovom slučaju ostavljaju se samo slobodne površine koje su neophodne za kontrolu mašine i rukovanje sa njom. Za pomenutu svrhu se koriste perforirani materijali i vlaknaste materije koje upijaju zvuk

Kontrola na mestu prijema buke

Kada buka ne može adekvatno da se kontroliše na izvoru, treba preduzeti dalje aktivnosti da bi se smanjila izloženost radnika. Te aktivnosti mogu da obuhvate:

- promenu na radnom mjestu zvučnom izolacijom i akustičkom obradom zidova u prostoriji (npr. kabina koji apsorbuje zvuk) što može da ima značajan efekat na smanjenje izloženosti radnika buci,
- promenu organizacije posla (npr. korišćenje metoda rada za koje je potrebno da radnici budu manje izloženi buci),
- promenu opreme za rad ili načina instaliranja opreme i njene lokacije što može da dovede do velikih razlika sa aspekta izloženosti radnika buci,
- primenu opreme za ličnu zaštitu:
  - korišćenje prigušivača za uši,
  - čepovi za uši,
  - štitnici za ušu koji se montiraju na šlem,
  - zvučna izolacija i akustička obrada zidova.

Oprema za ličnu zaštitu, kao što su čepovi i poklopci za uši, treba da se koristi kao krajnja mjera nakon što se iscrpe svi napori da se ukloni ili smanji izvor buke.

Osnovna ideja koja se kao prva nameće, radi snižavanja nivoa buke unutar radnog prostora je ugradnja posebnih apsorpcionih materijala u slobodne površine zidova kako bi se što više povećala ukupna apsorpciona površina prostorije. Materijali namenjeni za akustičnu obradu prostorija imaju povećanu sposobnost apsorpcije zvučnih talasa. Samim tim se drastično smanjuje refleksija zvučnih talasa, što sve ima za posledicu smanjenje nivoa buke u prostoriji. Takvi materijali se nazivaju apsorpcioni materijali i njih karakteriše povećani koeficijent apsorpcije, tj. sposobnost materijala da apsorbuje deo zvučne energije i istu transformiše u toplotnu.

4. ZAKLJUČAK

Buka predstavlja danas, na globalnom planu, najzastupljenijeg zagađivača čovekove radne i životne sredine Oštećenje sluha izazvano bukom najčešće je profesionalno oboljenje u Evropi na koje otpada otprilike jedna trećina svih oboljenja vezanih za rad, i nalazi se ispred kožnih i respiratornih problema.

Rezultat poslovanja svakog privrednog subjekta, bez obzira da li je u pitanju prodavnica sa tri zaposlena radnika ili RB PD Kolubara sa 6935 zaposlenih je profit. Povećanje profita možemo ostvariti sa smanjenjem troškova koji se izdvajaju za bolovanje radnika uzročno vezanim za radno mesto. Zato je

potrebno izdvojiti dodatna sredstva na smanjenje uzroka koji utiču na odlazak zaposlenih na bolovanje. Sve dok ne počnemo odgovornije da se ponašamo prema poslu koji obavljamo, bez obzira da li je upitanju najodgovornije lice u preduzeću ili radnik sa najnižim rešenjem dotle će sredstva koja se izdvajaju za povrede zaposlenih rasti iz dana u dan.

LITERATURA

1. Izveštaj o podacima kojima se opisuje veza između zaštite na radu i zaposlenja, Evropska agencija za zaštitu na radu, 2002.
2. Direktiva 2003/10/EC Evropskog Parlamenta i Savjeta o minimalnim zahtjevima u vezi sa zdravljem i bezbjednošću koji se odnose na izlaganje radnika rizicima od fizičkih uticaja (buka)
3. Pravilnikom o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju buci (Sl. glasnik RS, broj 96/2011)
4. Radović Z., Magistarski rad: Zoniranje buke na Pogonu Polje D u PD RB Kolubara
5. Simović V., Kalić D., Pravica P.: Buka, štetna dejstva, merenja i zaštita, EPS, Beograd, 2012.

REVITALIZACIJA KONTINUALNIH SISTEMA NA POVRŠINSKOM KOPU GRAČANICA-GACKO

REHABILITATION OF CONTINUOUS SISTEMS ON THE OPENCAST MINE GRAČANICA-GACKO

Vuković B.[1]

Apstrakt

Na površinskom kopu Gračanica-Gacko je predviđena revitalizacija dva kontinulna BTO sistema. Prvi BTO sistem je revitalizovan, dok se drugi BTO sistem i treći rotorni bager nalaze u fazi revitalizacije. U radu su prikazani razlozi potrebe za revitalizacijom opreme kontinualnih sistema na površinskom kopu i izvršena upoređenja stanja dijela revitalizovane opreme. Analizirani su pokazatelji prvog BTO sistema, nakon revitalizacije i kao takvisu upoređeni sa pokazateljima prije revitalizacije. Izvedeni zaključci se mogu smatrati, zbog svog opšteg značaja, relevantnim za celokupnu kontinualnu opremu na površinskom kopu.

Ključne reči: revitalizacija, kontinualni sistem, rotorni bager

Abstract

On the opencast mine Gračanica-Gacko is scheduled revitalization of two continuous ECS systems. The first ECS system is revitalized, while the second ECS system and the third bucket wheel excavator are in the phase of revitalization. This paper presents the reasoning for the required rehabilitation of continuous equipment systems on the opencast mine and performed comparison conditions of revitalized parts of equipment. It has been analyzed indicators at the first ECS system, after revitalization and as such is compared with indicators before rehabilitation. Conclusions can be considered due to of its general importance, relevant to the entire continuous equipment at the opencast mine.

Keywords: rehabilitation, continuous system, bucket wheel excavator

[1] Vuković Bojo, RiTE Gacko, gacko, BiH, Republika srpska, Lazarevac

1. UVOD

Na površinskom kopu Gračanica-Gacko projektnim rešenjima je, u skladu sa Dopunskim rudarskim projektom, predviđeno da se jedan dio otkopavanja otkrivke vrši sa dva kontinualna BTO sistema. U sklopu pomenutog projekta, zbog okolnosti u kojima se nalaze (starost, teški uslovi rada i dr.), predviđena je i revitalizacija oba BTO sistema. U svrhu procene ulaganja u revitalizaciju ovih sistema, urađen je Elaborat revitalizacije mašinske i elektro opreme u kome su predložene tri varijante revitalizacije sistema. Na osnovu tehno-ekonomske analize usvojena je varijanta koja je trenutno u realizaciji. Od opreme, jedan dio je revitalizovan (prvi BTO sistem), dok se drugi dio (drugi BTO sistem i treći rotorni bager) nalazi još u revitalizaciji.

Cilj ovog rada je da prikaže razloge zbog čega se išlo u revitalizaciju opreme kontinualnih sistema na površinskom kopu Ggračanica i uporedi stanje dijela revitalizovane opreme koja je u eksploataciji prije i posle provođenja radova revitalizacije. Iz tog razloga su u radu uzeti i analizirani pokazatelji prvog BTO sistema, nakon revitalizacije i kao takvi su upoređeni sa pokazateljima prije revitalizacije. Ovako izvedeni zaključci su navedeni na kraju rada i zbog svog opšteg značaja mogu se smatrati relevantnim za ukupno svu kontinualnu opremu na površinskom kopu Gračanica-Gacko.

U principu, termin revitalizacija se koristi da označi skup mjera usmjerenih na poboljšanje izlaznih karakteristika kontinualnih sistema ili njihovih podsistema i elemenata i na taj način produži njihov radni vijek u odnosu na izlazne karakteristike i vijek trajanja sistema koji je podvrgnut samo uobičajenim mjerama održavanja bez revitalizacije.

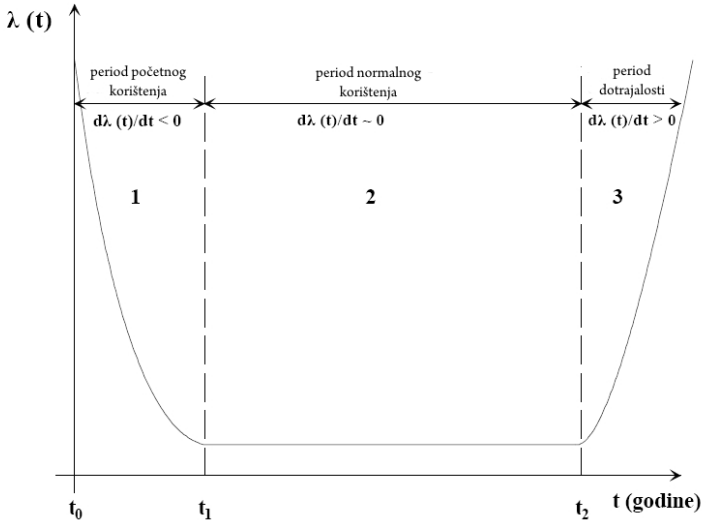
1. POTREBA ZA IZVOĐENJEM REVITALIZACIJE

Oprema i uređaji na površinskim kopovima se troše i stare tokom svog radnog vijeka. Takođe, svaki dio opreme ili uređaja ima svoj vlastiti životni vijek, u okvitu koga se očekuje da će raditi u skladu s deklarisanim karakteristikama, bez većeg broja zastoja. Funkcija neraspoloživosti ili broja otkaza, odnosno intezitet otkaza opreme i uređaja na površinskim kopovima ima nepravilan oblik i može se grafički izraziti u obliku „kade“ (Slika 1).

Revitalizovana oprema se sa svojim osnovnim karakteristikama pouzdanosti može smatrati, u osnovi, kao nova oprema i za njih je na Slici 1 prikazano područje radnog vijeka u funkciji inteziteta otkaza.

Tačka t_2 (granično stanje) na Slici 1 predstavlja vrijeme do koga se vrši normalno korišćenje opreme, odnosno približno je možemo nazvati očekivanim vijekom trajanja opreme. Nakon te tačke moguće je produžiti vrijeme korišćenja opreme uz smanjenu pouzdanost, odnosno raspoloživost, te uz povećana ulaganja u održavanje i opravke. Tačka u vremenu kada

period normalnog korišćenja prelazi u period dotrajalosti, razlikuje se za svaku pojedinačnu opremu u sistemu i zavisi od niza unutrašnjih i vanjskih faktora, koje je nemoguće sa sigurnošću predvidjeti. Idealno bi bilo revitalizaciju sistema, odnosno svakog pojedinačnog elementa sistema, vršiti u trenutku t_2 ili neposredno nakon njega, čime bi se optimizovali troškovi i vrijeme korišćenja sistema i elemenata.



Slika 1. Funkcija intenziteta otkaza sistema

Jedan od ciljeva u pogledu procjenjivanja potreba za revitalizacijom kontinualnih sistema je i da se odredi koji od njih ili njihovih elemenata treba u revitalizaciju da idu među prvima. Naravno, taj redosled ne mora biti striktno poštovan, pošto se moraju uzeti u obzir i određena ograničenja:

- da se postojeća i zahtijevana proizvodnja uglja i otkrivke u cijelom sistemu ne remeti, i
- da se u slučaju odluke o revitalizaciji određenog sistema ili njegovog elementa odredi koji su budući zadaci tog sistema, s obzirom na činjenicu da taj sistem može kod izmjene tehnologije eksploatacije dobiti i druge zadatke, a time i eventualnu potrebu da se u revitalizaciji promijene neke njegove karakteristike.

Dakle, prognoziranje vijeka trajanja opreme zasniva se na vjerovatnoći i na bazi iskustva sličnih postrojenja. Proračun vijeka trajanja kontinualne opreme se zasniva na nekom od modelu vjerovatnoće, koji u osnovi ima ocjenu i analogiju sa izvedenim revitalizacijama i iskustvima iz njihove eksploatacije, kao i na izvjesne korekcije u odnosu na razliku u primijenjenoj opremi.

Kada oprema dostigne granično stanje javljaju se dvije osnovne alternative:

- otpis postojeće opreme i nabavka nove, sposobnije i savremenije, koja će zameniti postojeću;
- preduzimanje mjera revitalizacije, koje treba da dovedu postojeću opremu u stanje da može u svom produženom vijeku da funkcioniše na zahtijevanom nivou.

Vrijeme prelaska iz perioda normalnog korišćenja u period dotrajalosti (granično stanje), za sistem i svaki elemenat u sistemu, zavisi od više faktora, kao npr.:

- pogonskih uslova (korištenje maksimalne snage opreme, broj istovremenih operacija u radu opreme i dr.),
- spoljašnjeg uticaja (klimatskih prilika, izloženost atmosferskim i drugim onečišćenjima i dr.),
- izloženost mehaničkim udarima,
- izloženost termičkom opterećenju.

Samo granično stanje je vrlo teško definisati. U ovom radu se smatra da je granično stanje nastupilo:

- kada je povećana neraspoloživost,
- kada je povećani broj kvarova,
- kada su povećani troškovi održavanja,
- kada su umanjeni proizvodni parametri u odnosu na deklarisane,
- kada je oprema tehnološki zastarjela,
- kada oprema ima nedovoljnu radnu sigurnost.

Identifikacija ovih parametara može da se obavi na više načina:

- Merenjem radnih parametara u smislu naponskog stanja konstrukcije i poređenjem sa dozvoljenim;
- Projektovanjem vremenske slike stanja i računanjem funkcija pouzdanosti, pogodnosti održavanja ili statističkih pokazatelja;
- Ekspertskom procenom.

Obično kao osnova za utvrđivanje graničnog stanja uzima se jako povećanje intenziteta otkaza, dugi zastoji u radu ili veliki troškovi u poređenju sa sličnom opremom ili u poređenju sa pomenutim pokazateljima za posmatranu opremu u prošlosti.

U svakom slučaju kvalitet tehničkog sistema u datom trenutku definiše:

- nivo pouzdanosti, odnosno, očekivano vrijeme koje bi sistem trebalo da provede u radu bez neplaniranih zastoja,
- nivo pogodnosti za održavanje, odnosno, očekivano vrijeme koje je potrebno da se sistem ponovo dovede u radno stanje u slučaju otkaza i
- nivo kompatibilnosti sa radnim uslovima i radnim okruženjem.

Jedan od glavnih razloga za zamjenu i revitalizaciju opreme u površinskoj eksploataciji u uslovima konkurentnosti tržišta, u prošlosti a naročito danas, je smanjenje troškova proizvodnje. Obzirom na činjenicu da parametri i karakteristike opreme nisu uskladeni sa zahtjevima rada sistema, kao posljedice stalnog smanjenja troškova, oprema se zamjenjivala i zamjenjuje. Imajući u vidu da su se današnji sistemi u površinskoj eksploataciji, naročito kontinualni, intenzivno razvijali nakon drugog svjetskog rata, te da je većina od tada uvedene opreme starija od 30 godina (što se prema ranijim preporukama proizvođača smatralo za optimalni ekonomski vijek kontinualne opreme), očekuju se određeni problemi vezani za pouzdanost rada mašinskih elektroenergetskih elemenata, a time i za sigurnost snabdijevanja potrošača mineralnom sirovinama, ukoliko se zastarjela oprema ne bi pravovremeno revitalizirala, odnosno zamjenla i rekonstruisala.

Kako je, takođe prema preporukama proizvođača, vijek čelične konstrukcije oko 50 godina (radni vijek bagera je limitiran trajnošću čelične konstrukcije), neophodno je izvršiti detaljnu kontrolu stanja čelične konstrukcije i izvršiti njihovu eventualnu sanaciju/rekonstrukciju, kako bi dobili pouzdanu mašinu za rad u narednih 20-25 godina. Naravno, pored revitalizacije čelične konstrukcije bagera neophodno je izvršiti i modernizaciju mašinske i elektro opreme. Ovo je neophodno izvršiti tim pre što se radi o mašinama koje imaju dug eksploatacioni vek za koji su po pravilu evidentniji osetni pomaci u razvoju upotrebljene tehnike i novih materijala.

Planiranje revitalizacije odnosno zamjene pojedinih elemenata sitema površinske eksploatacije možemo podijeliti na: operativno i dugoročno planiranje. Dugoročno planiranje zamjene i revitalizacije se vrši poređenjem starosti elementa u određenom budućem trenutku i očekivanog vijeka trajanja tog elementa. Prioritete za kratkoročnu revitalizaciju (unutar nekoliko godina) potrebno je odrediti, ne samo prema očekivanom vijeku trajanja pojedinog elementa sistema već i prema njegovom stvarnom (snimljenom) stanju i ulozi koju ima u ukupnom sistemu površinske eksploatacije.

Ukoliko ispitivanja pokažu da zbog starosti pojedinih elemenata pouzdanost sistema nije bitno smanjena, ili da nije ugrožena njegova proizvodnja i sigurnost, kao i snabdijevanje potrošača odgovarajućim količinama i dinamikom proizvodnje, revitalizaciju ili zamjenu tog sistema treba odgoditi i maksimalno iskoristiti raspoloživa financijska sredstva za revitalizaciju ili zamjenu druge opreme u sistemu površinske eksploatacije. Pri izradi plana zamjene i revitalizacije opreme u površinskoj eksploataciji neophodno je minimizirati uložena financijska sredstva, te ih optimalno raspodijeliti na

određene vremenske periode, u cilju postizanja zadovoljavajuće pouzdanosti sistema. Postavljanje optimalnog plana zamjene i revitalizacije neophodan je i sa aspekta planiranja razvoja sistema površinske eksploatacije, kako bi se izbjegle nepotrebne investicije, ukoliko se njihovo uvođenje opravdava smanjenom pouzdanošću sistema i sigurnošću proizvodnje uzrokovanih većim brojem i trajanjem zastoja postojećih jedinica sistema.

2. PARAMETRI RADA SISTEMA PRIJE REVITALIZACIJE

Dopunskim rudarskim projektom eksploatacije dijela Polja C površinskog kopa Gračanica u Gacku (dalje u tekstu DRP), definisan je sistem površinske eksploatacije u funkciji od: geološko-strukturnih uslova, inženjersko-geoloških i hidrogeološkoh karakteristika radne sredine, raspoloživog kompleksa opreme i opštih uslova eksploatacije. Za selektivnu eksploataciju uglja se koristi kombinovani sistem (diskontinualni sistem za otkopavanje ugalj i transport istog do mobilne drobilice i kontinualni sistem za transport uglja od mobilne drobilice do deponije i deponovanje), dok se eksploatacija otkrivke vrši sa kontinualnim, kombinovanim i diskontinualnim sistemima. Kontinualni sistem eksploatacije otkrivke obuhvata dva BTO (I i II BTO) sistema sa tri rotorna bagera, koji su sa ostalim dijelovima kontinualnih sistema (pokretni transporteri sa trakom, odlagači, stacionarni i vezni transporteri i dr.), nabavljeni i pušteni u rad 1976, 1977. i 1985. godine. Kombinovani podsistem otkopavanja i utovar otkrivke vrši se hidrauličnim bagerima, kombajnom Wirtgen, ripovanjem buldozerima sa utovarom utovaračima i transportom kamionima do polumobilnih drobilica i dalje transporterima sa trakom do odlagača.

Rotorni bageri ER 1250 predstavljaju osnovnu mašinu BTO sistema i imaju sledeće osnovne tehničke karakteristike:

- Proizvodnja — HKMZ (bivši SSSR)
- Teoretski kapacitet — 1250 m3/h
- Visina kopanja — 17 (16) metara
- Dubina kopanja — 1.5 metara
- Istalisana snaga pogona rotora — 315 kW
- Uređaj za transport — Gusenični
- Broj vedrica — 9 + 9
- Brzina rezanja — 2.9 m/s

Za analizi vremena rada prvog BTO sitema su korišteni podaci iz perioda prije revitalizacije (1998., 1999., 2000. i 2010. godina). U ovom vremenu prvi BTO kontinualni sistemi je radio u različitim uslovima radne sredine (sa promjenjivim učešćem litološkog člana 8N sa povećanim otporom kopanju).

Vrijemena rada i zastoja prvog BTO sitema za 1998. godinu (rad u radnoj sredini sa povećanim otporom kopanju, odnosno sa značajnom zastupljenošću litološkog člana ^{8}N) data su u Tabelama 1 i 2.

Tabela 1. Vrijemena rada

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Vrijeme rada (h)	154	206	260	220	250	289	385	379	192

Tabela 2. Vrijemena zastoja

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Vrijeme otkaza (h)	590	466	484	500	494	431	359	365	528

Na osnovu tehničko -tehnoloških parametara bagera ER 1250*17/1,5 (Qteh = 1250 m^3/h), uslova rada, ukupne proizvodnje i efektivnog vremena eksploatacioni kapacitet sistema za ovaj period je 188,88 m^3/h.

Vrijemena rada i zastoja prvog BTO sistema za 1999/2000 godinu u radnoj sredini sa povećanim otporom kopanju u litološkom članu ^{8}N i u sredini sa normalnim parametrima otpora kopanja u litološkom članu ^{7}N data su u Tabelama 3 i 4.

Tabela 3. Vrijemena rada

Mjesec	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Vrijemena rada (h)	428	276	105	129	238	99	187	225	278	350

Tabela 4. Vrijemena zastoja

Mjesec	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Vremena otkaza (h)	316	468	183	279	482	645	557	471	466	370

Eksploatacioni kapacitet sistema za ovaj period je 272 m^3/h.

Vrijemena rada i zastoja prvog BTO sistema za 2000. godinu (rad u radnoj sredini sa povećanim otporom kopanju u litološkom članu ^{8}N i rad sa normalnim parametrima otpora kopanja u litološkom članu ^{7}N) data su u Tabelama 5 i 6.

Tabela 5. Vrijemena rada

Mjesec	V	VI	VII	VIII	X	XI	XII	I	II	III
Vrijemena rada (h)	224	204	336	253	34	265	208	185	272	278

Tabela 6. Vrijemena zastoja

Mjesec	V	VI	VII	VIII	X	XI	XII	I	II	III
Vrijemena otkaza (h)	520	516	408	491	710	455	536	559	400	453

Eksploatacioni kapacitet sistema za ovaj period je 254 m^3/h.

Kontinualni prvi BTO sistem je u poslednjoj 2010. godini pred revitalizaciju, ostvario vremena rada, zastoja i kapacitet koji su prikazani u Tabeli 7.

Tabela 7. Ostvareni rezultati rada kontinualnog sistema

Sistem	I BTO sistem		
Godina	Otkopano (čm^3)	Vrijeme rada (h)	Kapacitet (čm^3/h)
2010	584.032	2.819	207

U prethodnom dijelu teksta vidi se da je kapacitet prvog BTO sistema značajno umanjen u odnosu na projektovani (eksploatacioni iznosi 530 m^3/h) i fabrički deklarisani (tehnički iznosi 1250 m^3/h) za odgovarajuće tehničke uslove. Najveći uticaj na umanjenje eksploatacionog kapaciteta sistema čini otkopavanje čvrste ^{8}N seriju sa povećanim otporom kopanju.

Za obračun pokazatelja pouzdanosti rada prvog BTO sistema urađena je posebna softverska aplikacija. Obračun podataka izvršen posebno za svako od mjerenja ili za grupu mjerenja. Ulazni podaci za obračun su: oznaka mjerenja, vrijeme rada i zastoja sistema i vrijeme posmatranja. Izlazni podaci su pokazatelji pouzdanosti za posmatrano vrijeme. Dužina posmatranog vremena za pokazatelje vjerovatnoće rada i zastoja je 1 h.

Za I BTO sistem maksimalna vrijednost stacionarne vjerovatnoće rada iznosi Ps = 0,5753 (za ukupno vrijeme zastoja 316 časova u raspoloživom vremenu od 744 časa). Ona se odnosi na VII mjesec 1999. kada su dobre klimatske prilike i kada su uslovi radne sredine povoljni (manje učešće litološkog člana 8N sa povećanim otporom kopanju). Minimalna vrijednost stacionarne vjerovatnoće rada je Ps = 0,1331 (za ukupno vrijeme zastoja 645 časova u raspoloživom vremenu od 744 časova). Ona se odnosi na XII mjesec 1999. godine, kada su izrazito loše klimatske prilike (niske temperature, zamrzavanje materijala na presipima transportera i dr.). Pokazatelji pouzdanosti za grupu mjerenja za I BTO sistem su analizirani za tri vremenska perioda. Ovi pokazatelji prikazuju konstantno stanja pouzdanosti za prva dva perioda (Ps = 0,3564 i 0,3533) i pad u trećem (Ps = 0,3092), koji je posljedica pogoršanih uslova radne sredine (veće učešće litološkog člana ^{8}N sa povećanim otporom kopanju i češći zastoji naročito rotornog bagera zbog pucanja i varenja vedrica i konstrukcije rotora).

Za 2010. godinu stacionarne vjerovatnoće rada I BTO sistema iznosi Ps = 0,3559, koja ima vrijednost približnu vrijednostima prethodna prva dva perioda. Međutim, kako se radi o razlici mjerenja od deset godina, vrijednost vjerovatnoće rada iz 2010. godine je bolji u odnosu na prethodne.

Ukupno gledano, prethodni pokazatelji pouzdanosti prvog BTO sistema na otkrivci nemaju zahtijevane vrijednosti, na što su najviše uticali starost opreme, uslovi radne sredine i organizacioni faktori. Dakle, ovi pokazatlji pouzdanosti nas dovode do zaključka da je korišćenje BTO sistema u uslovima litološkog člana ^{7}N opravdano, uz potrebu preduzimanje svih mjera naročito organizacionih i modernizaciju, kako bi bili efikasni i ekonomski

rentabilni. Kontinualne BTO sisteme je moguće koristiti i u otežanim uslovima litološkog člana ^{8}N sa povećanim otporom kopanju, ali u tom slučaju je potrebno je planirati i izvršiti radove na rekonstrukciji rotornog bagera, kako bi se njegova pouzdanost, kroz veću izdržljivost opreme, dovela na zahtijevani nivo.

Zbog stanja i uslova eksploatacije kontinualne opreme neophodna je njena revitalizacija, kako bi se postigli odgovarajući parametri kapaciteta i pouzdanosti. Ovakav pristup problemu omogućuje produženje radnog vijeka kontinualne opreme, povećanje njenog kapaciteta do projektovanih veličina i značajno smanjenje troškova rada na Površinskom kopu Gacko u narednom periodu.

3. NAČIN IZVOĐENJA REVITALIZACIJE

Imajući u vidu prethodno navedene elemente eksploatacionog kapaciteta, pouzdanosti i starost kontinualnih sistema, njihovo stanje i mogućnosti revitalizacije 2010. godine, a u cilju povećanja vremenskog iskorišćenja i kapaciteta, predložene su dvije varijante revitalizacije mašinske opreme (Varijante I-M i II-M) i tri varijante revitalizacije elektro opreme (Varijante I-E, II-E i III-E). Sve ove varijante su, u Elaboratu revitalizacije mašinske i elektro opreme na kontinualnim sistemima PK Gračanica Gacko, koji je uradila Kolubara Metal, detaljno analizirane sa aspekta dinamike realizacije, obima radova, cijene i ekonomske koristi koju donosi svaka od njih.

Za varijante revitalizacije mašinske opreme, planirana zajednička aktivnost je zamjena svih radnih i anker užadi i zamjena, prema stepenu oštećenja, gumene trake transportera i ostalih mašina sistema (procjenjeno je zamjene 25% od ukupne dužine transportera i 100% ukupne dužine bagera, pretovarača i odlagača). Prva varijanta revitalizacije mašinske opreme u principu zadržava stare vrijednosti tehničkih karakteristika bagera i sistema, sa revitalizacijom opreme i neophodnom zamjenama dijelova i sklopova. Druga varijanta revitalizacije mašinske opreme podrazumijeva iste aktivnosti kao i za prvu varijantu, sa zamjenom pogona kopanja sa prethodnih 315 kW na pogon od 400 kW, što je jedini način za povećanje sile kopanja i kapaciteta bagera, a da se ne ugrozi njegova stabilnost. Verifikacija ove izmjene je tražena i dobijena od referentne ustanove.

Osnovu svake od varijanti revitalizacije elektro opreme čine: izrada elektro projekata revitalizacije, uvođenje sistem upravljanja pomoću programabilnih logičkih kontrolera (PLC-a), a na opremi gde je takva vrsta regulacije ostvarena i zamene Vard - Leonardove grupe (regulaciji pogona okretanja). Ostali radovi revitalizacije elektro opreme su razvrstani po varijantama, sa zamjenom sklopova (dijelova) i radovima većeg ili manjeg obima. Treća varijanta revitalizacije elektro opreme podrazumijeva i uvođenje frekventne

regulacije za pogone: rotornog točka, vitla strijele rotora, okretanja gornjeg stroja, kablovskog bubnja, pogon okretanja odlagajuće strijele bagera i pogon nagiba odlagajuće strijele, kao i mehanizam okretanja odlagača OŠ 1600.

U elaboratu revitalizacije su, na osnovu procjene, data dužine rada opreme za površinski kop Gračanica-Gacko nakon revitalizacije. Konstatovano je da se, sa regularnim režimom rada i sa redovnim tekućim i investicionim održavanjem, procjenjuje sledeći minimalni vijek trajanja revitalizovane opreme BTO sistema:

- Prva mašinska i prva elektro varijanta:
  6 godina pouzdanog rada bez umanjenja vremenskog koeficijenta,
- Druga mašinska i druga elektro varijanta:
  12 godina pouzdanog rada bez umanjenja vremenskog koeficijenta,
- Druga mašinska i treća elektro varijanta:
  12 godina pouzdanog rada bez umanjenja vremenskog koeficijenta,

Nakon urađene tehno-ekonomska analize opravdanosti ulaganja u revitalizaciju, od ove tri varijante koje imaju različite obime mašinskih i elektro radova i investicionih ulaganja, nedvosmisleno je potvrđeno da u odnosu na ulaganje druga varijanta revitalizacije mešinske opreme i treća varijanta revitalizacije elektro opreme zadovoljava proizvodne kriterijume koji su postavljeni Dopunskim rudarskim projektom i zahtjeve postavljene kod planiranja izvođenja revitalizacije.

4. PARAMETRI RADA SISTEMA NAKON REVITALIZACIJE

Na izvođenju radova revitalizacije učestvovali su: Kolubara Metal - Lazarevac (glavni izvođač za mašinski dio revitalizacije), Kaldera - Laktaši (izvođač za dio elektromontaže), Mikro Kontrol - Beograd (izvođač za dio elektromontaže i softver upravljanja), Fluidtehnic - Vrnjačka Banja (izvođač za hidrauličke sisteme i podmazivanje) i drugi. Projekat obuhvata revitalizaciju i zamjenu, odnosno potpunu obnovu mašinske i elektro opreme na 20 mašina koje su u sastavu dva BTO sistema.

U cilju revitalizacije kontinualne oprema na površinskom kopu Gračanica provedene su i provode se i sledeće aktivnosti:

- Sačinjen je Elaborat o stanju kontinulane opreme sa prijedlogom mjera u cilju revitalizacije.
- Izvršeno je definisanje problema otpora kopanju materijala 8N i poboljšanja performansi rotornog bagera (mijenja se pogon kopanja sa snage 315 kW na snagu pogonom od 400 kW) u cilju povećanja kapaciteta.

- Izvršeno je izmještanje opreme i njeno pozicioniranje na prethodno pripremljene remontne platoe.
- Izvršena je demontaža sklopova i dijelova po mašinama sistema.
- Izvršena je defektaža i analize stanja opreme i predložen je model organizovanja procesa revitalizacije kao kompleksnog skupa aktivnosti.
- Izvršena je i vrši se poravka i sanacija metalne konstrukcije mašina na licu mjesta.
- Izvršena je popravka i sanacija mašinskih sklopova i dijelova u radionici izvođača.
- Izvršena je i vrši se zamena svih dotrajalih ili oštećenih mašinskih sklopova i delova.
- Izvršena je i vrši se zamjena starih i uvođenje novih centralizovanih sistema podmazivanja.
- Izvršena je i vrši se montaža mašinskih sklopova i dijelova.
- Izvršena je i vrši se modernizacija zastarele elektro opreme (izradu izvođačkog elektro projekta kao i elektro projekta izvedenog objekta, zamena srednje naponskog postrojenja, zamjena elektro ormana sa ugrađenom nisko naponskom opremom, zamjena novih elektro motora i frekventnih pretvarača, zamjena upravljačkih elektro ormana, izrada upravljačkog softvera, uvođenje frekventnog upravljanja i dr.).
- Izvršena je i vrši se kompletna anti-korozivna zaštita svih mašina.
- Vrši se puštanje sistema u rad, obuka rukovaoca i održavalaca i mnoge druge aktivnosti.

Nakon završetka revitalizacije prvog BTO sistema izvršeno je njegovo puštanje u probni rad, a nakon toga izvršeno je preuzimanje sistema od strane Korisnika i njegov samostalan rad sa istim. Radom sistema nakon revitalizacije raspolaže se sa nekim parametrima i saznanjem sa kakvom opremom se može raspolagati u narednom periodu. Zato, kako bi se objektivno mogla sagledati radna sposobnost sistema nakon njegove revitalizacije i nakon ugradnje protočne (tračne) vage na jednom od magistralnih transportera, izvršeno je mjerenje vremena rada i zastoja, kao i kapaciteta, koji su prikazani u Tabeli 8.

Iz Tabele 8, koja se odnosi na vrijeme rada sistema od 12.08 do 15.09.2013. godine, za ukupno vrijeme rada od 380,75 časova i ukupne količine realizovane otkrivke od 168.208 m^3 (353.237 t) dobija se eksploataconi kapacitet od **441,78 m^3/h**, što je skoro dva puta veća vrijednost u odnosu na eksploatacioni kapacitet od prije revitalizacije. Ovo je značajno uvećanje eksploatacionog kapaciteta. Ono se ne može objašnjavati samo uslovima razlike radne sredine (sistem je premješten iz Polja B u Polje C), pogotovo što se, u principu, radi o dosta sličnoj radnoj sredini sa, takođe, povećanim

otporom kopanju. Ovo uvećanje eksploatacionog kapaciteta je, prije svega, rezultat radova na revitalizaciji sistema, odnosno radova na rekonstrukciji i zamjeni dotrajalih dijelova podsistema kopanja.

Tabela 8. Struktura rada i zastoja I BTO sistema u avgustu 2013. godine

Datum	Rad (h)	Masa (t)	Teh. zastoj h)	Maš. zastoj (h)	Elektro zastoj (h)	Ostalo (h)	Ukupno zastoj (h)
12-Aug	16.00	13,586	2.50	0.75	1.75	3.00	8.00
13-Aug	16.00	15,926	1.50	2.50	1.00	3.00	8.00
14-Aug	17.50	17,574	1.25	1.00	1.25	3.00	6.50
15-Aug	18.25	16,903	1.50	0.00	1.25	3.00	5.75
16-Aug	13.50	13,518	1.00	6.25	0.25	3.00	10.50
17-Aug	16.75	15,793	2.25	1.00	1.00	3.00	7.25
18-Aug	9.50	6,760	2.50	0.75	8.25	3.00	14.50
19-Aug	15.00	13,030	1.50	0.00	4.50	3.00	9.00
20-Aug	14.50	12,860	3.50	1.00	1.50	3.50	9.50
21-Aug	11.75	11,710	4.25	2.25	1.25	4.50	12.25
22-Aug	13.25	13,074	2.00	5.50	0.25	3.00	10.75
23-Aug	9.00	3,018	4.25	2.75	2.50	5.50	15.00
24-Aug	15.50	16,231	4.50	0.00	1.00	3.00	8.50
25-Aug	12.00	12,367	1.50	0.50	7.00	3.00	12.00
26-Aug	11.50	10,772	1.50	0.00	5.00	6.00	12.50
27-Aug	6.00	5,049	0.50	0.75	9.50	7.25	18.00
28-Aug	8.25	7,276	2.75	0.00	5.50	7.50	15.75
29-Aug	16.00	16,807	1.75	3.00	0.25	3.00	8.00
30-Aug	14.00	13,640	4.25	0.25	2.50	3.00	10.00
31-Aug	0.00	0	2.00	0.00	19.00	3.00	24.00
1-Sep	14.00	14,602	1.75	0.00	5.25	3.00	10.00
2-Sep	13.25	11,806	2.50	2.00	3.25	3.00	10.75
3-Sep	14.50	13,302	4.00	1.00	1.50	3.00	9.50
4-Sep	0.00	0	0.00	21.00	0.00	3.00	24.00
5-Sep	0.00	0	0.00	21.00	0.00	3.00	24.00
6-Sep	0.00	0	0.00	21.00	0.00	3.00	24.00
7-Sep	0.00	0	0.00	21.00	0.00	3.00	24.00
8-Sep	9.50	6,043	0.50	7.75	3.25	3.00	14.50
9-Sep	11.00	6,412	1.25	0.00	1.25	10.50	13.00
10-Sep	16.75	16,818	3.00	0.00	1.25	3.00	7.25
11-Sep	10.25	9,320	2.25	2.75	0.75	8.00	13.75
12-Sep	4.00	3,881	0.50	0.50	15.50	3.50	20.00
13-Sep	10.50	12,667	5.00	0.50	4.50	3.50	13.50
14-Sep	7.50	7,371	1.50	2.50	8.00	4.50	16.50
15-Sep	15.25	15,121	2.25	0.25	3.00	3.25	8.75
UKUPNO (mjesečno)	380.75	353,237	71.25	129.50	122.00	136.50	459.25

Takođe, na osnovu iste tabele, za ukupno raspoloživo vrijeme od 840 časova i za ukupne zastoje od 459,25 časova, dobija se vrijednost stacionarne vjerovatnoće rada sistema od **0,4533** što je u odnosu na VII mjesec 1999.

godine, kada je vrijednost stacionarne vjerovatnoće rada iznosila 0,5753, manje za 0,122 (u raspoloživom vremenu od mjesec dana više 3 dana zastoja). Kako se radi o raspoloživim vremenima koji se približno nalaze u istom godišnjem dobu, klimatski faktor, kao jedan od najznačajnijih faktora koji utiče na smanjenje pouzdanosit, ovdje nije bitan. Za umanjenje vjerovatnoće rada sistema su bitni faktori zastoja uzrokovani radovima revitalizacije (mašinski i elektro zastoji), koji se odnose na prvi dio funkcije intenziteta otkaza ili za period početnog korišćenja opreme. Pored toga, na pouzdanost sistema se odrazilo i to što je Izvođač mašinskih radova učinio propuste u sanaciji nekih dijelova (naročito reduktora) koji su se kroz rad pokazali. Ove dijelove je bilo potrebno zamijeniti, a povoljna okolnost za zamjenu je bilo to, što su isti takvi dijelovi za drugi BTO sistem već revitalizovani. Takođe, jedan dio opreme (npr. granični prekidači i sl.) nije bio izabran adekvatnim uslovima rada u površinskoj eksploataciji. Zbog ovih problema oko pouzdanosti prvog BTO sistema odmah nakon revitalizacije, bitno je maksimalno koristiti uslove garancije Izvršioca za izvedene radove.

5. ZAKLJUČAK

Revitalizacija je veoma kompleksan postupak koji zahtijeva, u zavisnosti od obima revitalizacije, određeno vrijeme i uslove za pripremu i za samo izvođenje. Dosadašnjim izvođenjem revitalizacije se moglo vidjeti, da nije izvršen dovoljan uvid u stanje opreme, jer nisu vršena odgovarajuća merenja već je vršena samo defektaža u mjeri u kojoj je to moguće dok sistemi rade. Zato je i obim revitalizacije procijenjen na osnovu sličnih iskustava koje Kolubara Metal ima u revitalizaciji slične opreme, što je za posljedicu imalo korekcije početnih ulaznih specifikacija materijala i radova. Takođe, za vrijeme izvođenja radova revitalizacije, sistem koji se revitalizuje nije u proizvodnji. Zbog toga je vreme trajanja revitalizacije jedan od bitnijih faktora. Njega nismo u ovom radu posebno razmatrali, ali je i oko tog pitanja bilo određenih propusta od strane Izvršioca.

Međutim, pokazatelji do sada postignutog kapaciteta i izgledi za postizanje odgovarajuće (projektvane) pouzdanosti, opravdavaju sve planirane i provedene aktivnosti na revitalizaciji. Na bazi analiziranih pokazatelja pouzdanosti i kapaciteta sistema iz vremena prije revitalizacije, kada je podsistem za kopanje bio najnepouzdaniji i drastično smanjivao kapacitet sistema, već sada se može zaključiti da se revitalizacijom postiglo uklanjanje čestih otkaza toga podsistema, bez obzira na uticaj povećanja otpora kopanja.

Posebno je značajno što se povećanjem proizvodnje kontinualnih sistema sa nižim troškovima u odnosu na diskontinualne sisteme, rasterećuje otkopavanje otkrivke opremom diskontinualnih sistema i ostvaruje

povoljnija preraspodjela uvećanih rezervi kapaciteta sistema eksploatacije površinskog kopa u cjelini, što utiče na ubrzani povraćaj uloženih investicija u revitalizaciju. Ovo je naročito bitno i sa aspekta povećanja cijena pogonskog goriva (nafte), koja u značajnoj mjeri opterećuje i u budućnosti će opterećivati troškove diskontinulane mehanizacije i poslovanje površinskog kopa.

LITERATURA

1. Barlow R. E.: Engineering Reliability, ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability, Philadelphia, 1998.
2. Pavlović V.: Continuous Mining Reliability, Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.
3. Vuković B.: Optimizacija tehnološke pouzdanosti kontinualnih sistema na primeru površinskog kopa Gračanica, Magistarski rad, 2003.
4. Wolstenholme L. C.: Realibility Modelling, Chapman and Hall, London, 1999.