

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**Рударско-геолошки факултет**

**ИЗБОРНОМ ВЕЋУ**

На основу Одлуке Изборног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду (бр. S<sub>1</sub> 186/2, од 06.04.2016. године) којом је одређена комисија у саставу:

1. Др Божо Колоња, редовни професор, Рударско-геолошки факултет, Београд
2. Др Драган Игњатовић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет, Београд
3. Др Никола Лилић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет, Београд
4. Др Благоје Недељковић, редовни професор, Факултет Техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини

за припрему реферата о пријављеним кандидатима по објављеном конкурс за избор једног наставника у звање и на радно место **редовног професора** за ужу научну област **"Транспортни и извозни системи"**, комисија подноси следећи

**Р Е Ф Е Р А Т**

На расписани конкурс, који је објављен у огласним новинама Националне службе за запошљавање у листу „Послови“, дана 06. 04. 2016. године, за радно место редовног професора за ужу научну област "Транспортни и извозни системи", пријавио се један (1) кандидат: др Ивица Ристовић, ванредни професор на Катедри за пројектовање и планирање површинских копова, Рударског одсека, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду. Комисија је написала Реферат у законском року од 60 дана од истека рока за пријављивање кандидата на конкурс.

**А. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

Кандидат др Ивица М. Ристовић, дипл. инж. рударства, рођен је 25.01.1964. године у Косовској Митровици, Република Србија. Дипломирао је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 16.10.1992. године на смеру за Машинство у рударству.

Академски назив магистра техничких наука у области рударства – Механизација и аутоматизација у рударству и енергетика, стекао је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 28.05.1999. године када је одбранио магистарски рад под насловом ИСТРАЖИВАЊЕ ПОКАЗАТЕЉА ЕФЕКТИВНОСТИ РАДА ПОМОЋНЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА ЛИГНИТА.

Докторску дисертацију под називом ОПТИМИЗАЦИЈА ПАРАМЕТАРА КОНТИНУАЛНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМА У ПОДЗЕМНИМ РУДНИЦИМА МЕТАЛИЧНИХ И НЕМЕТАЛИЧНИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА, одбранио је 07.07.2006. године на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду.

По дипломирању од 1993. до 1996. године заснива радни однос на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, на радном месту стручно-технички сарадник на Катедри за механизацију рудника. Од 1996. до 1999. године ради као стручни сарадник за научно-истраживачки рад на Рударском одсеку. Након пријаве на конкурс расписан 1999. године од стране Рударско-геолошког факултета у Београду, за предмет „Транспорт и извоз у рудницима“ изабран је за асистента на поменутом предмету.

Децембра 2006. године изабран је у звање доцента на Рударско-геолошком факултету за предмете Транспорт у рударству и Грађевинарство у рударству.

31. Октобра 2011. године изабран је за ванредног професора за Научну област РУДАРСТВО, ужу научну област **Експлоатација чврстих минералних сировина и механика стена** и у том звању се и данас налази.

У складу са болоњским променама и акредитованим студијским програмима по акредитацији од 2009. године и 2013. године тренутно одржава наставу на сва три акредитована студијска програма на Рударско-геолошком факултету: Рударско инжењерство, Инжењерство заштите животне средине и Инжењерство нафте и гаса.

Тренутно је ангажован на акредитованом програму из 2009. године на Основним академским студијама (Транспорт у рударству, Грађевинарство у рударству, Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине, Секундарне сировине, Планирање и пројектовање система заштите животне средине, Заштита од пожара и експлозија и Теренска настава и летња пракса), Дипломским академским студијама (Пројектовање система противпожарне заштите).

У акредитованом програму из 2013. године, ангажован је на Основним академским студијама (Транспорт и извоз у рудницима, Законска регулатива из заштите животне средине, Систем управљања животном средином и Стручна пракса), Дипломским академским студијама (Техногене сировине) и Докторским студијама (Транспортни системи у рудницима, Оптимизација транспортних система у рудницима и Анализа животног циклуса).

Учествовао је у **10** Научно – истраживачких пројеката из области рударства урађених за Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Био је руководилац пројекта ТР 17021: Истраживање технологија транспорта угља из рудника кроз природне и урбане средине, финансирано од стране МПНТР РС од 2008-2010. године. Учествовао је у изради **20** Пројеката и **18** Студија урађених за привреду. Објавио је **173** научних и стручних радова на домаћим и међународним скуповима и у домаћим и међународним часописима.

Аутор је **1** монографије националног значаја и коаутор **2** монографије националног значаја. Уредник је **1** монографије националног значаја. Коаутор је **1** поглавља у монографији водећег међународног значаја и **2** поглавља у монографији међународног значаја.

Од избора у звање ванредног професора коаутор је **1** уџбеника (Шински транспорт - 2016.) и коаутор **1** Практикума за Транспорт - 2014 године.

Од последњег избора у звање до данас објавио је **2** рада у истакнутом међународном часопису (M22) и **3** рада у међународним часописима (M23) са СЦИ листе наведених у Thomson Reuters или Journal Citation Reports (JCR) листи, тј. часописима који имају **Impact factor**.

## **Б. НАСТАВНА ДЕЛАТНОСТ**

Активност у настави др Ивице Ристовић траје од 1999. године, тј. када је изабран за асистента на Рударско-геолошком факултету у Београду. Његов рад са студентима се врши кроз одржавање предавања и вежби из наставних предмета на основним академским, мастер и докторским студијама на свим Студијским програмима Рударског одсека, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду: Рударско Инжењерство, Инжењерство заштите животне средине и Инжењерство нафте и гаса.

Осим редовних активности на Рударско-геолошком факултету у Београду, проф. др Ивица Ристовић ангажован је са 1/3 пуног радног времена за одржавање предавања, вежби и испита на Студијском програму Рударско Инжењерство на Техничком факултету у Косовској Митровици, Универзитета у Приштини, на предметима: Транспорт и извоз у рударству, Грађевинарство у рударству, Хидротранспорт у рударству, Допрема репроматеријала и превоз радника и др., у зависности од потребе факултета.

Поред тога одржавао је и предавања по позиву на Универзитетима у Словенији, Украјини, Румунији, итд.

У својој наставној активности одржавао је и предавања по позиву и то:

- **ENERGY MINING (COAL MINING) AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT** на Наравословнотехничком факултету Универзитета у Љубљани, Словенија.
- Предавања за студенте Мастер програма на Донбанској државној академији за машинство, 23 - 26. април 2013. године. Краматорск, Украјина.
- **TRANSPORT SYSTEMS IN MINES** у летњем семестру 2014/2015 године, на Наравословнотехничком факултету Универзитета у Љубљани, Словенија.
- **VISUALIZATION AND MONITORING OF TRANSPORT SYSTEMS IN** у летњем семестру 2014/2015 године, на Наравословнотехничком факултету Универзитета у Љубљани, Словенија.
- **OPTIMIZATION OF CONTINUOUS HAULAGE SYSTEMS IN MINES** у зимском семестру 2015/2016 године, на Наравословнотехничком факултету Универзитета у Љубљани, Словенија.

## Б.1. Ангажовање на предметима

### Акредитација 2013:

#### Основне академске студије:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| - Транспорт и извоз у рудницима                  | (предавања и вежбе) 2+2 |
| - Законска регулатива из заштите животне средине | (предавања и вежбе) 2+2 |
| - Систем управљања животном средином             | (предавања и вежбе) 2+2 |
| - Стручна пракса                                 | 0+8                     |

#### Дипломске академске студије:

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| - Транспортни системи у рудницима | (предавања и вежбе) 2+2 |
| - Техногене сировине              | (предавања и вежбе) 2+2 |

#### Докторске студије:

- |   |     |
|---|-----|
| - Оптимизација транспортних система у рудницима | 4+0 |
| - Анализа животног циклуса                      | 4+0 |

Предмете који су му додељени, др Ивица Ристовић је унапредио, увођењем нових тематских садржаја у постојеће курсеве, осавремењавањем постојеће теоријске и практичне наставе, посебно укључујући примену компјутерске припреме, обраде и интерпретације. Ово се нарочито односи на предмете везане за транспортне и извозне системе у рударству, који су његова специјалност. Извођење наставе обавља савременим приступима електронске презентације. на предавањима користи мултимедијалне садржаје намењене студентима којима предаје.

## Б.2. Објављени уџбеници и монографије

Проф. др Ивица Ристовић објавио је као коаутор, где је први аутор, један **уџбеник**:

1. **Ристовић, И.**, Грујић, М.: Шински транспорт (2016).

Објавио је као аутор једну **монографију националног значаја**:

1. **Ристовић, И.**: Ефективност рада и одржавање помоћне механизације на површинским коповима лигнита (2007).

Као коаутор објавио је две **монографије националног значаја**:

1. Недељковић, Б., **Ристовић, И.**: Контурно минирање и транспорт изминираних материјала при изради јамских објеката у чврстој радној средини (2009).
2. Грујић, М., **Ристовић, И.**, Грујић, М.: Истраживање технологија транспорта угља из рудника кроз природне и урбане средине (2010).

Аутор је поглавља у монографији међународног значаја:

1. **Ристовић, И.:** Environment-friendly External Ore Conveyance (2006).

Коаутор једног поглавља у монографији међународног значаја:

1. Грујић, М., **Ристовић, И.:** Mining in the Central Europe Trough History (2010).

Аутор је поглавља у једној монографској студији водећег међународног значаја:

1. **Ристовић, И.:** Environmental Risks to Air, Water and Soil Due to the Coal Mining Process. Understanding and Managing Threats to the Environment in South Eastern Europe, SpringerLink, NATO Science for Peace and Security Series, ISBN 978-94-007-0610-1, Vol. 2, pp. 251-264, (2011).

Коаутор је поглавља у једној монографској студији водећег међународног значаја:

1. **Ристовић, И.,** Борисављевић, А.: Global Change-Challenges for Soil Management – Advances in GeoEcology. CATENA VERLAG GMBH (2010)

### Б.3. Завршни радови

Проф. др Ивица Ристовић је учествовао као члан комисије за одбрану 20 завршних радова на основним академским студијама, од чега је у 6 радова био ментор. Од избора у звање био је члан комисије за одбрану 14 завршних радова, од чега је у 2 рада био ментор.

#### Б.3.1. Менторство – завршни радови:

Менторство – одбрањени завршни радови							
Бр.	Индекс	Име и презиме	Тип рада	Наслов рада	Семестар	Улога	Дат. одбране
1.	P117/07	Мирослав Мајсторовић	Завршни рад	Допрема репроматеријала жичаром са горњом шином и бесконачним ужетом у руднику Лубница	2011/12 - 2	Ментор	2. окт. 2012.
2.	P11/04	Бојан Илић	Завршни рад	Процена утицаја рударских активности на површинском копу Поље Ц - ПД РБ Колубара на животну средину	2011/12 - 2	Ментор	17. сеп. 2012.
3.	P130/05	Жарко Блажић	Завршни рад	Процена утицаја рада површинског копа " Велики Црљени " на животну средину	2009/10 - 1	Ментор	6. мај 2011.
4.	P131/05	Иван Бркљач	Завршни рад	Процена утицаја рада површинског копа " Тамнава запад " на животну средину	2009/10 - 1	Ментор	6. мај 2011.
5.	P54/05	Небојша Цукић	Завршни рад	Процена утицаја рада рафинерије ТНГ-Елемир на животну средину	2009/10 - 2	Ментор	15. јул 2010.
6.	P83/05	Сања Бајић	Завршни рад	Мере заштите животне средине од утицаја депоније отпадне исплаке у НИС Нафтагасу-Ново Милошево	2008/09 - 1	Ментор	5. окт. 2009.

### Б.3.2. Чланство у комисијама за одбрану завршних радова:

Чланство у комисијама - Одбрањени завршни радови							
Бр.	Индекс	Име и презиме	Тип рада	Наслов рада	Семестар	Улога	Дат. одбране
1.	P56/09	Никола Николић	Завршни рад	Безбедност и заштита на раду на примеру предузећа "Фриком" д.о.о	2014/15 - 2	Члан	29. сеп. 2015.
2.	P13/11	Марија Максимовић	Завршни рад	Процена утицаја на животну средину одлагалишта фосфоргипса	2014/15 - 2	Члан	22. сеп. 2015.
3.	P45/09	Лазар Јовановић	Завршни рад	Планирање развоја рударских радова на откопавању јаловине на унутрашњем одлагалишту површинског копа "Дрмно"	2014/15 - 2	Члан	18. сеп. 2015.
4.	P7/11	Ирина Захировић	Завршни рад	Хемијске обраде резервоар стена нафтних и гасних лежишта	2014/15 - 2	Члан	18. сеп. 2015.
5.	P16/11	Јелена Маринков	Завршни рад	Повећање степена искоришћења нафтних лежишта утискивањем воде	2014/15 - 2	Члан	18. сеп. 2015.
6.	P19/11	Илија Баковић	Завршни рад	Повећање искоришћења нафтних лежишта утискивањем течних агенса	2014/15 - 2	Члан	18. сеп. 2015.
7.	P20/09	Иван Марковић	Завршни рад	Процена утицаја кластер подручја Радан на унапређење животне средине	2013/14 - 2	Члан	30. сеп. 2014.
8.	P87/09	Драгана Деспић	Завршни рад	Аерозагађење урбаних средина на примеру града Панчева	2012/13 - 2	Члан	19. сеп. 2013.
9.	P111/09	Александра Перишић	Завршни рад	Принципи управљања проценом ризика у животној средини	2012/13 - 2	Члан	19. сеп. 2013.
10.	P95/07	Ана Пауновић	Завршни рад	Утицај минирања у каменолому "Ранци" на животну средину и околне грађевинске објекте	2012/13 - 2	Члан	16. сеп. 2013.
11.	P93/09	Марина Гутић	Завршни рад	Избор техно-економски најповољнијег решења за депоновање муља из постројења за гравитацијско-магнетску сепарацију руде гвожђа из лежишта Бувач	2012/13 - 2	Члан	11. сеп. 2013.
12.	P70/05	Бојана Симић	Завршни рад	Анализа утицаја на животну средину санације изградње колектора Велики Кривељ у зони рудника Бор	2011/12 - 2	Члан	10. окт. 2012.
13.	P71/06	Вид Сурла	Завршни рад	Флуиди који се користе у стимулативним радовима и њихов утицај на животну средину	2011/12 - 2	Члан	31. јан. 2012.
14.	P9/04	Павле Јовановић	Завршни рад	Еколошки менаџмент - место и улога у процесима заштите животне средине	2010/11 - 2	Члан	14. јул 2011.

### Б.4. Магистарске тезе

Проф. др Ивица Ристовић је учествовао као члан комисије за одбрану **3** магистарске тезе, од чега је на **1** тези био **ментор**. Проф. др Ивица Ристовић је учествовао као члан комисије за одбрану **22** мастер рада на мастер академским студијама, од чега је на **2** рада био **ментор**. Од избора у звање био је члан комисије за одбрану **20** мастер радова од чега је на **1** раду био **ментор**.

#### Б.4.1. Магистарске тезе - менторство:

1. Милорад Стојановић, Модел система управљања заштитом животне средине у РБ Колубара, РГФ Београд, 2008.

#### Б.4.2. Магистарске тезе - члан комисија за одбрану:

1. Марина М. Танасковић, Примена система висећих пруга у рудницима угља са подземном експлоатацијом у Србији. РГФ, Београд, 2008.
2. Зоран Голубовић, Прилог оправданости реконструкције погонских система радног точка на багерима средње класе. ФТН, Косовска Митровица, 2009.

### Б 4.3. Мастер студије - менторство:

Менторство - Одбрањени мастер радови							
Бр.	Индекс	Име и презиме	Тип рада	Наслов рада	Семестар	Улога	Дат. одбране
1.	P505/09	Сања Бајић	Мастер рад	Примена ГИС-а у заштити животне средине при рударским активностима	2010/11 - 2	Ментор	25. феб. 2011.

Менторство - Мастер рад у току							
Бр.	Индекс	Име и презиме	Тип рада	Наслов рада	Семестар	Улога	Дат. одбране
4.	P526/15	Марија Максимовић	Мастер рад	Истраживање могућности биоремедијације загађеног земљишта употребом BIOCOMPLEX - a	2015/16 - 2	Ментор За одбрану	12. апр. 2016.

### Б 4.4. Мастер студије - члан комисија за одбрану:

Чланство у комисијама - Одбрањени мастер радови							
Бр.	Индекс	Име и презиме	Тип рада	Наслов рада	Семестар	Улога	Дат. одбране
1.	P556/12	Бојана Симић	Мастер рад	Могућност одређивања приоритета за решавање проблема заштите животне средине у ПД РБ Колубара	2014/15 - 2	Члан	30. сеп. 2015.
2.	P533/13	Ана Живановић	Мастер рад	Индекс квалитета ваздуха на територији општине Бијељина	2014/15 - 2	Члан	30. сеп. 2015.
3.	P535/13	Бранка Петровић	Мастер рад	Стање квалитета ваздуха у рударском басену Колубара	2014/15 - 2	Члан	30. сеп. 2015.
4.	P525/13	Јована Благојевић	Мастер рад	Утицај површинске експлоатације на деградацију земљишта на примеру општине Лазаревац	2014/15 - 2	Члан	29. сеп. 2015.
5.	P537/14	Обрен Николић	Мастер рад	Моделирање дисперзије аерозагађења ваздуха из термоелектране "Гацко"	2014/15 - 2	Члан	29. сеп. 2015.
6.	P539/14	Мирјана Иветић	Мастер рад	Бука у урбаним срединама са аспекта територије Београда	2014/15 - 2	Члан	29. сеп. 2015.
7.	P552/14	Габријел Грубач	Мастер рад	Оптимизација киселинских обрада карбонатних резервоар стена нафтних лежишта	2014/15 - 2	Члан	18. сеп. 2015.
8.	P524/12	Марко Кекез	Мастер рад	Мапирање буке на изradi колектора Кривељске реке	2013/14 - 2	Члан	30. сеп. 2014.
9.	P540/12	Стефан Андрић	Мастер рад	Анализа повреда на површинском копу "Колубара"	2013/14 - 2	Члан	30. сеп. 2014.
10.	P547/12	Никола Госпавић	Мастер рад	Анализа физичких и хемијских штетности на површинском копу "Поље Д" Колубара	2013/14 - 2	Члан	30. сеп. 2014.
11.	P553/13	Александар Трајковић	Мастер рад	Квалитет ваздуха и утицај на животну средину и здравље људи у Врању у периоду од 2008. до 2013. године	2013/14 - 2	Члан	30. сеп. 2014.
12.	P523/13	Иванка Стојнић	Мастер рад	Развој геобазе интегралног катастра загађивача на примеру површинског копа "Дрмно"	2013/14 - 2	Члан	17. сеп. 2014.
13.	P540/13	Светлана Пепић	Мастер рад	Повећање искоришћења нафтних и гасних лежишта процесом хидрауличног фрактурирања	2013/14 - 2	Члан	16. сеп. 2014.
14.	P555/12	Слободан Стефанов	Мастер рад	Анализа примарне и секундарне разраде нафтних и гасних лежишта са фрактурираним колекторима	2013/14 - 2	Члан	8. јул 2014.
15.	P550/12	Јелена Ђурђевић	Мастер рад	Могућност интегрисања система управљања безбедношћу на раду и заштитом животне средине на примеру предузећа "Копови" А.Д. Уб	2012/13 - 2	Члан	30. сеп. 2013.
16.	P503/12	Славко Нешић	Мастер рад	Анализа примарне и секундарне разраде гасно-кондезатних лежишта	2012/13 - 2	Члан	18. сеп. 2013.
17.	P542/12	Ивана Филиповић	Мастер рад	Анализа повреда на раду на површинским коповима лигнита	2012/13 - 2	Члан	18. сеп. 2013.
18.	P538/12	Маријана Николић	Мастер рад	Технички и законски оквири затварања депонија индустријског отпада	2012/13 - 2	Члан	11. сеп. 2013.
19.	P520/10	Бојан Тешић	Мастер рад	Распрострањавање буке на П.К. Богutowo село - Угљевик	2011/12 - 2	Члан	8. окт. 2012.
20.	P519/10	Мирјана Узелац	Мастер рад	Јединствени систем управљања заштитом на раду и заштитом животне средине	2010/11 - 2	Члан	30. сеп. 2011.

## **Б.5. Докторске дисертације**

Проф. др Ивица Ристовић је учествовао као члан комисије за одбрану **3** докторске дисертације. Био је ментор на **3** докторске тезе које су у току. Од избора у звање био је члан комисије за одбрану **1** докторске тезе и ментор је на **3** докторске тезе које су у току.

### **Б5.1. Докторска дисертација – менторство:**

1. Јелена Маленовић-Николић, Моделирање система управљања заштитом животне средине у рударско-енергетским комплексима. (у току).
2. Ивана Влајић-Наумовска, Развој модела процене ризика процеса безбедности и заштите на раду у погонима ПД ТЕ-КО "Костолац". - (у току).
3. Ивана Филиповић: Модел за димензионисање конструкционих параметара цевастих транспортера са гуменом траком у рударству. - (у току).

### **Б5.2. Докторске дисертације – члан комисија за одбрану:**

1. Николета Хусакова, Reverzná logistika v podmienkach SR s aplikáciou na opotrebované pneumatiky, Технички Универзитет Кошице, Словачка, 2008.
2. Александар Цвјетић, Развој хибридног система за анализу и управљање физичким и хемијским утицајима у радним срединама рудника, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2010.
3. Зоран Голубовић, Прилог истраживању оптималних решења за реконструкцију погонских система роторног багера, Факултет Техничких наука, Косовска Митровица, Универзитет у Приштини, 2013.

## **Б.6. Оцене студената**

Др Ивица Ристовић се у свом досадашњем раду са студентима показао као добар педагог, коректног односа према младим колегама. Веома озбиљан у сваком погледу, студентима основних и мастер студија као и студентима докторских студија пружа помоћ уз велико лично ангажовање и залагање.

Сва предавања и вежбе из предмета који су му додељени, стално унапређује, а своје знање студентима преноси применом модерних достигнућа компјутерске припреме, обраде и интерпретације. У раду на часовима подстиче укључивање и учествовање студената у наставу.

Од избора у звање ванредног професора до данас према резултатима студентског вредновања наставника др Ивица Ристовић је добио одличну просечну оцену. У наставку је дат Извештај о вредновању педагошког рада наставника Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, проф. др Ивице Ристовић.



## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА - Транспорт у рударству

Анкета		13. децембар 2012.						Период						2012/2013.																									
Тип извештаја		По курсевима						Предмет						Транспорт у рударству (ТРУР)																									
Минимална број студената који су одговорили на питање		1						Минималан проценат студената који су одговорили на питање						%																									
<b>Резултати анкете, 20. април 2016. 22:00-17. школска 2012/13, година, минимално студената: 1</b>																																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно		
	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	Ост.	Про.	
Транспорт у рударству (ТУРУ)	33	4,76	33	4,73	33	4,76	33	4,70	33	4,64	33	4,70	33	4,76	33	4,67	33	4,79	33	4,73	33	4,79	33	4,70	31	4,81	31	4,52	32	4,81	32	4,84	32	4,84	30	4,83	584	4,74	4,74
Археологија	33	4,76	33	4,73	33	4,76	33	4,70	33	4,64	33	4,70	33	4,76	33	4,67	33	4,79	33	4,73	33	4,79	33	4,70	31	4,81	31	4,52	32	4,81	32	4,84	32	4,84	30	4,83	584	4,74	4,74
Археолошки Тех. Моде	33	4,76	33	4,73	33	4,76	33	4,70	33	4,64	33	4,70	33	4,76	33	4,67	33	4,79	33	4,73	33	4,79	33	4,70	31	4,81	31	4,52	32	4,81	32	4,84	32	4,84	30	4,83	584	4,74	4,74
Тех. Моде	33	4,76	33	4,73	33	4,76	33	4,70	33	4,64	33	4,70	33	4,76	33	4,67	33	4,79	33	4,73	33	4,79	33	4,70	31	4,81	31	4,52	32	4,81	32	4,84	32	4,84	30	4,83	584	4,74	4,74

Анекта	13. децембар 2012.		Период		2013/2014.																													
Тип извештаја	По курсевима		Предмет		Транспорт у рударству (ТРУР)																													
Минималан број студената који су одговорили на питање	1		Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%																													
<b>Резултати анекта, 20. април 2016. 22:21:23, школска 2013/14. година, минимално студената: 1</b>																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно															
Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.	Одр. Пре.															
Транспорт у рударству (ТРУР)	51	4,73	51	4,71	51	4,75	51	4,71	51	4,75	51	4,75	51	4,69	51	4,69	51	4,73	50	4,70	48	4,58	45	4,47	49	4,63	46	4,80	46	4,70	42	4,67	<b>887</b>	<b>4,69</b>
Арт. - које	51	4,73	51	4,71	51	4,75	51	4,71	51	4,75	51	4,75	51	4,69	51	4,69	51	4,73	50	4,70	48	4,58	45	4,47	49	4,63	46	4,80	46	4,70	42	4,67	<b>887</b>	<b>4,69</b>
Арт. - факултет	51	4,73	51	4,71	51	4,75	51	4,71	51	4,75	51	4,75	51	4,69	51	4,69	51	4,73	50	4,70	48	4,58	45	4,47	49	4,63	46	4,80	46	4,70	42	4,67	<b>887</b>	<b>4,69</b>
Тех. - које	51	4,73	51	4,71	51	4,75	51	4,71	51	4,75	51	4,75	51	4,69	51	4,69	51	4,73	50	4,70	48	4,58	45	4,47	49	4,63	46	4,80	46	4,70	42	4,67	<b>887</b>	<b>4,69</b>
Тех. - факултет	51	4,73	51	4,71	51	4,75	51	4,71	51	4,75	51	4,75	51	4,69	51	4,69	51	4,73	50	4,70	48	4,58	45	4,47	49	4,63	46	4,80	46	4,70	42	4,67	<b>887</b>	<b>4,69</b>

Анкета		13. децембар 2012.		Период		2014/2015.													
Тип извештаја		По курсевима		Предмет		Транспорт у рударству (ТРПР)													
Минималан број студената који су одговорили на питање		1		Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%													
<b>Резултати анкете, 20. април 2016. 22:27:42, школска 2014/15. година, минимално студената: 1</b>																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно
Транспорт у рударству (ТРПР)	59, 4,50	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,86	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,93	51, 4,29	57, 4,93	57, 4,93	57, 4,91	46, 4,67	1035, 4,85, 4,85
Арт. моје	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,86	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,93	51, 4,29	57, 4,93	57, 4,93	57, 4,91	46, 4,67	1035, 4,85, 4,85
Арт. факултет	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,86	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,93	51, 4,29	57, 4,93	57, 4,93	57, 4,91	46, 4,67	1035, 4,85, 4,85
Тек. моје	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,86	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,93	51, 4,29	57, 4,93	57, 4,93	57, 4,91	46, 4,67	1035, 4,85, 4,85
Тек. факултет	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,90	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,86	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,88	59, 4,93	51, 4,29	57, 4,93	57, 4,93	57, 4,91	46, 4,67	1035, 4,85, 4,85

Анота		13. децембар 2012.		Период		2013/2014.	
Тип извештаја		По курсевима		Примет		Транспортни системи у рудницама (13-2ТСР)	
Минималан број студената који су одговорили на питање		1		Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%	
<b>Резултати анкете, 20. април 2016. 22:48:21, школска 2013/14. година, минимално студената: 1</b>							
		2		3		4	
		5		6		7	
		8		9		10	
		11		12		13	
		14		15		16	
		17		18		19	
		20		21		22	
		23		24		25	
		26		27		28	
		29		30		31	
		32		33		34	
		35		36		37	
		38		39		40	
		41		42		43	
		44		45		46	
		47		48		49	
		50		51		52	
		53		54		55	
		56		57		58	
		59		60		61	
		62		63		64	
		65		66		67	
		68		69		70	
		71		72		73	
		74		75		76	
		77		78		79	
		80		81		82	
		83		84		85	
		86		87		88	
		89		90		91	
		92		93		94	
		95		96		97	
		98		99		100	
		101		102		103	
		104		105		106	
		107		108		109	
		110		111		112	
		113		114		115	
		116		117		118	
		119		120		121	
		122		123		124	
		125		126		127	
		128		129		130	
		131		132		133	
		134		135		136	
		137		138		139	
		140		141		142	
		143		144		145	
		146		147		148	
		149		150		151	
		152		153		154	
		155		156		157	
		158		159		160	
		161		162		163	
		164		165		166	
		167		168		169	
		170		171		172	
		173		174		175	
		176		177		178	
		179		180		181	
		182		183		184	
		185		186		187	
		188		189		190	
		191		192		193	
		194		195		196	
		197		198		199	
		200		201		202	
		203		204		205	
		206		207		208	
		209		210		211	
		212		213		214	
		215		216		217	
		218		219		220	
		221		222		223	
		224		225		226	
		227		228		229	
		230					

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Грађевинарство у рударству

Анкета	13. децембар 2012																Период																2014/2015																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Тип извештаја	По курсевима																Предмет																Грађевинарство у рударству (ГРРУ)																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Минималан број студената који су одговорили на питање	1																Минималан проценат студената који су одговорили на питање																%																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Резултати анкете, 21. април 2016. 00:42:54, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<table><tr><th></th><th colspan="2">1</th><th colspan="2">2</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">4</th><th colspan="2">5</th><th colspan="2">6</th><th colspan="2">7</th><th colspan="2">8</th><th colspan="2">9</th><th colspan="2">10</th><th colspan="2">11</th><th colspan="2">12</th><th colspan="2">13</th><th colspan="2">14</th><th colspan="2">15</th><th colspan="2">16</th><th colspan="2">17</th><th colspan="2">18</th><th colspan="2">Укупно</th></tr><tr><th></th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th></tr><tr><td>Грађевинарство у рударству (ГРРУ)</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>2,50</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>4,25</td><td>72</td><td>4,82</td><td>4,82</td></tr><tr><td>Арит. моје</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>2,50</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>4,25</td><td>72</td><td>4,82</td><td>4,82</td></tr><tr><td>Арит. факултет</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>2,50</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>4,25</td><td>72</td><td>4,82</td><td>4,82</td></tr><tr><td>Теж. моје</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>2,50</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>4,25</td><td>72</td><td>4,82</td><td>4,82</td></tr><tr><td>Теж. факултет</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>2,50</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>5,00</td><td>4</td><td>4,25</td><td>72</td><td>4,82</td><td>4,82</td></tr></table>																																																	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно			Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Грађевинарство у рударству (ГРРУ)	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82	Арит. моје	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82	Арит. факултет	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82	Теж. моје	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82	Теж. факултет	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Грађевинарство у рударству (ГРРУ)	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Арит. моје	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Арит. факултет	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Теж. моје	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Теж. факултет	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	2,50	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	4,25	72	4,82	4,82																																																																																																																																																																																																																																																																																														

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине

Анкета	27. мај 2011.				Период				2011/2012.																		
Тип извештаја	По курсевима				Предмет				Законска регулатива из заштите на раду и заштите ж ▾																		
Минималан број студената који су одговорили на питање	1				Минималан проценат студената који су одговорили на питање				%																		
Резултати анкете, 21. април 2016. 00:18:37, школска 2011/12. година, минимално студената: 1																											
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Укупно		
	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Пре.
Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕГУ)	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	36	5,00	5,00
Арит. моје	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	36	5,00	5,00
Арит. факултет	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	36	5,00	5,00
Теж. моје	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	36	5,00	5,00
Теж. факултет	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	36	5,00	5,00

Анкета	13. децембар 2012										Период										2012/2013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Тип извештаја	По курсевима										Предмет										Законска регулатива из заштите на раду и заштите ж																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање										%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Резултати анкете, 21. април 2016. 00:20:50, школска 2012/13. година, минимално студената: 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<table><tr><th colspan="2">1</th><th colspan="2">2</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">4</th><th colspan="2">5</th><th colspan="2">6</th><th colspan="2">7</th><th colspan="2">8</th><th colspan="2">9</th><th colspan="2">10</th><th colspan="2">11</th><th colspan="2">12</th><th colspan="2">13</th><th colspan="2">14</th><th colspan="2">15</th><th colspan="2">16</th><th colspan="2">17</th><th colspan="2">18</th><th colspan="2">Укупно</th></tr><tr><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th><th>Одг.</th><th>Пре.</th></tr><tr><td colspan="42">Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕГУ)</td></tr><tr><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,92</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,85</td><td>12</td><td>4,92</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,40</td><td>11</td><td>4,91</td><td>11</td><td>5,00</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,90</td><td>219</td><td>4,89</td><td>4,89</td></tr><tr><td colspan="42">Арит. моје</td></tr><tr><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,92</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,85</td><td>12</td><td>4,92</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,40</td><td>11</td><td>4,91</td><td>11</td><td>5,00</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,90</td><td>219</td><td>4,89</td><td>4,89</td></tr><tr><td colspan="42">Арит. факултет</td></tr><tr><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,92</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,85</td><td>12</td><td>4,92</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,40</td><td>11</td><td>4,91</td><td>11</td><td>5,00</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,90</td><td>219</td><td>4,89</td><td>4,89</td></tr><tr><td colspan="42">Теж. моје</td></tr><tr><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,92</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,85</td><td>12</td><td>4,92</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,40</td><td>11</td><td>4,91</td><td>11</td><td>5,00</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,90</td><td>219</td><td>4,89</td><td>4,89</td></tr><tr><td colspan="42">Теж. факултет</td></tr><tr><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,92</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>4,77</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>5,00</td><td>13</td><td>4,85</td><td>12</td><td>4,92</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,40</td><td>11</td><td>4,91</td><td>11</td><td>5,00</td><td>11</td><td>5,00</td><td>10</td><td>4,90</td><td>219</td><td>4,89</td><td>4,89</td></tr></table>																																										1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно		Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕГУ)																																										13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89	Арит. моје																																										13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89	Арит. факултет																																										13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89	Теж. моје																																										13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89	Теж. факултет																																										13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕГУ)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Арит. моје																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Арит. факултет																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Теж. моје																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Теж. факултет																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	4,92	13	4,77	13	4,77	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	4,85	12	4,92	11	5,00	10	4,40	11	4,91	11	5,00	11	5,00	10	4,90	219	4,89	4,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Анкета	13. децембар 2012.	Период	2013/2014.
Тип извештаја	По курсевима	Предмет	Законска регулатива из заштите на раду и заштите ж
Минималан број студената који су одговорили на питање	1	Минималан проценат студената који су одговорили на питање	%

Резултати анкете, 21. април 2016. 00:23:40, школска 2013/14. година, минимално студената: 1																																								
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно				
Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.		
Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕПУ)																																								
10	3,60	10	3,80	10	4,40	10	3,80	10	4,60	10	4,40	10	3,90	10	4,70	10	4,60	10	4,40	10	4,70	10	4,20	8	4,38	8	4,12	9	4,56	10	5,00	10	5,00	7	4,00	172	4,34	4,35		
Арит. моје																																								
10	3,60	10	3,80	10	4,40	10	3,80	10	4,60	10	4,40	10	3,90	10	4,70	10	4,60	10	4,40	10	4,70	10	4,20	8	4,38	8	4,12	9	4,56	10	5,00	10	5,00	7	4,00	172	4,34	4,35		
Арит. факултет																																								
10	3,60	10	3,80	10	4,40	10	3,80	10	4,60	10	4,40	10	3,90	10	4,70	10	4,60	10	4,40	10	4,70	10	4,20	8	4,38	8	4,12	9	4,56	10	5,00	10	5,00	7	4,00	172	4,34	4,35		
Теж. моје																																								
10	3,60	10	3,80	10	4,40	10	3,80	10	4,60	10	4,40	10	3,90	10	4,70	10	4,60	10	4,40	10	4,70	10	4,20	8	4,38	8	4,12	9	4,56	10	5,00	10	5,00	7	4,00	172	4,34	4,35		
Теж. факултет																																								
10	3,60	10	3,80	10	4,40	10	3,80	10	4,60	10	4,40	10	3,90	10	4,70	10	4,60	10	4,40	10	4,70	10	4,20	8	4,38	8	4,12	9	4,56	10	5,00	10	5,00	7	4,00	172	4,34	4,35		

Анкета	13. децембар 2012.										Период										2014/2015.																	
Тип извештаја	По курсевима										Предмет										Законска регулатива из заштите на раду и заштите x																	
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање										%																	
Резултати анкете, 21. април 2016. 00:25:54, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																																						
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно		
Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Одг.	Пре.	Пре.		
Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕГУ)																																						
17	4,88	17	4,82	17	4,88	17	4,82	16	4,94	16	5,00	16	5,00	16	5,00	16	5,00	16	4,94	16	4,94	17	4,88	16	4,69	14	4,07	17	5,00	17	5,00	17	5,00	12	4,33	290	4,84	4,86
Арит. моје																																						
17	4,88	17	4,82	17	4,88	17	4,82	16	4,94	16	5,00	16	5,00	16	5,00	16	5,00	16	4,94	16	4,94	17	4,88	16	4,69	14	4,07	17	5,00	17	5,00	17	5,00	12	4,33	290	4,84	4,86
Арит. факултет																																						
34	4,94	34	4,91	33	4,94	33	4,91	32	4,97	32	5,00	32	5,00	32	5,00	32	4,97	32	4,97	33	4,94	32	4,69	27	4,07	34	5,00	34	5,00	34	5,00	24	4,46	576	4,88	4,89		
Теж. моје																																						
17	4,88	17	4,82	17	4,88	17	4,82	16	4,94	16	5,00	16	5,00	16	5,00	16	5,00	16	4,94	16	4,94	17	4,88	16	4,69	14	4,07	17	5,00	17	5,00	17	5,00	12	4,33	290	4,84	4,86
Теж. факултет																																						
34	4,94	34	4,91	33	4,94	33	4,91	32	4,97	32	5,00	32	5,00	32	5,00	32	4,97	32	4,97	33	4,94	32	4,69	27	4,07	34	5,00	34	5,00	34	5,00	24	4,46	576	4,88	4,89		



Анкета	13. децембар 2012	Период	2015/2016.
Тип извештаја	По курсевима	Предмет	Законска регулатива из заштите на раду и заштите »
Минималан број студената који су одговорили на питање	1	Минималан проценат студената који су одговорили на питање	%

РЕЗУЛТАТИ АНКЕТЕ, 21. април 2016. 00:29:11, школска 2015/16. година, минимално студената: 1																																									
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно				
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	
Законска регулатива из заштите на раду и заштите животне средине (РЕГУ)	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	54	5,00	5,00
Арит. моје	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	54	5,00	5,00
Арит. факултет	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	108	5,00	5,00
Теж. моје	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	54	5,00	5,00
Теж. факултет	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	6	5,00	108	5,00	5,00

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Законска регулатива из заштите животне средине

Анкета	13. децембар 2012	Период	2014/2015																				
Тип извештаја	По курсевима	Предмет	Законска регулатива из заштите животне средине (1																				
Минималан број студената који су одговорили на питање	1	Минималан проценат студената који су одговорили на питање	%																				
РЕЗУЛТАТИ АНКЕТЕ, 21. април 2016. 00:35:21, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно				
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.			
Законска регулатива из заштите животне средине (13-13РС)	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	0	17	4,88	4,88	
Арит. моје	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	0	-	17	4,88	4,88
Арит. факултет	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	0	-	17	4,88	4,88
Теж. моје	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	0	-	17	4,88	4,88
Теж. факултет	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	0	-	17	4,88	4,88

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Секундарне сировине

Анкета	13. децембар 2012										Период										2014/2015.																		
Тип извештаја	По курсевима										Предмет										Секундарне сировине (ССИР)																		
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање										%																		
РЕЗУЛТАТИ АНКЕТЕ, 20. април 2016. 22:42:27, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно		
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	
Секундарне сировине (ССИР)	20	4,80	20	4,80	20	4,60	20	4,70	20	4,80	20	4,50	20	4,40	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,70	18	5,00	14	4,71	20	4,60	20	5,00	20	4,90	16	4,62	348	4,74	4,74
Арит. моје	20	4,80	20	4,80	20	4,60	20	4,70	20	4,80	20	4,50	20	4,40	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,70	18	5,00	14	4,71	20	4,60	20	5,00	20	4,90	16	4,62	348	4,74	4,74
Арит. факултет	20	4,80	20	4,80	20	4,60	20	4,70	20	4,80	20	4,50	20	4,40	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,70	18	5,00	14	4,71	20	4,60	20	5,00	20	4,90	16	4,62	348	4,74	4,74
Теж. моје	20	4,80	20	4,80	20	4,60	20	4,70	20	4,80	20	4,50	20	4,40	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,70	18	5,00	14	4,71	20	4,60	20	5,00	20	4,90	16	4,62	348	4,74	4,74
Теж. факултет	20	4,80	20	4,80	20	4,60	20	4,70	20	4,80	20	4,50	20	4,40	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,80	20	4,70	18	5,00	14	4,71	20	4,60	20	5,00	20	4,90	16	4,62	348	4,74	4,74

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Анализа животног циклуса

Анкета	13. децембар 2012										Период										2014/2015																									
Тип извештаја	По курсевима										Предмет										Анализа животног циклуса (13-ЗАЖЦЦ)																									
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање										%																									
РЕЗУЛТАТИ АНКЕТЕ, 21. април 2016. 00:50:55, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																																														
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно									
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.								
Анализа животног циклуса (13-ЗАЖЦЦ)		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		2	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		3	5,00		69	5,00	5,00
Арит. моје		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		2	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		3	5,00		69	5,00	5,00
Арит. факултет		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		2	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		3	5,00		69	5,00	5,00
Теж. моје		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		2	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		3	5,00		69	5,00	5,00
Теж. факултет		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		2	5,00		4	5,00		4	5,00		4	5,00		3	5,00		69	5,00	5,00

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Планирање и пројектовање система заштите животне средине

Анкета	18. мај 2012.	Период	2011/2012.										
Тип извештаја	По курсевима	Предмет	Планирање и пројектовање система заштите животн										
Минималан број студената који су одговорили на питање	1	Минималан проценат студената који су одговорили на питање	%										
Резултати анкете, 20. април 2016. 23:14:25, школска 2011/12. година, минимално студената: 1													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Укупно
	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про.	Одг. Про. Про.
Планирање и пројектовање система заштите животне средине (ППСЗ)	6 4,67	6 4,67	6 4,50	6 4,67	6 4,67	6 4,67	6 4,33	6 4,67	6 4,83	6 4,83	6 4,83	6 4,83	72 4,68 4,68
Арит. моје	6 4,67	6 4,67	6 4,50	6 4,67	6 4,67	6 4,67	6 4,33	6 4,67	6 4,83	6 4,83	6 4,83	6 4,83	72 4,68 4,68
Арит. факултет	6 4,67	6 4,67	6 4,50	6 4,67	6 4,67	6 4,67	6 4,33	6 4,67	6 4,83	6 4,83	6 4,83	6 4,83	72 4,68 4,68
Теж. моје	6 4,67	6 4,67	6 4,50	6 4,67	6 4,67	6 4,67	6 4,33	6 4,67	6 4,83	6 4,83	6 4,83	6 4,83	72 4,68 4,68
Теж. факултет	6 4,67	6 4,67	6 4,50	6 4,67	6 4,67	6 4,67	6 4,33	6 4,67	6 4,83	6 4,83	6 4,83	6 4,83	72 4,68 4,68

Анкета	13. децембар 2012.										Период		2012/2013.									
Тип извештаја	По курсевима										Предмет		Планирање и пројектовање система заштите живота									
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%									
Резултати анкете, 20. април 2016. 23:16:54, школска 2012/13. година, минимално студената: 1																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно			
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Про.	
Планирање и пројектовање система заштите живота средње (ПСПЗ)	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,76	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,71	17	4,65	17	4,65	17	4,76
Арит. моје	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,76	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,71	17	4,65	17	4,65	17	4,76
Арит. факултет	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,76	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,71	17	4,65	17	4,65	17	4,76
Теж. моје	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,76	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,71	17	4,65	17	4,65	17	4,76
Теж. факултет	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,76	17	4,76	17	4,76	17	4,71	17	4,71	17	4,65	17	4,65	17	4,76

Анкета	13. децембар 2012.										Период		2013/2014.																										
Тип извештаја	По курсевима										Предмет		Планирање и пројектовање система заштите живота																										
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%																										
Резултати анкете, 20. април 2016. 23:19:15, школска 2013/14. година, минимално студената: 1																																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно		
Планирање и пројектовање система заштите живота средње (ПСПЗ)	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Про.
	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	11	4,82	215	4,87	4,87		
Арит. моје	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	11	4,82	215	4,87	4,87		
Арит. факултет	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	11	4,82	215	4,87	4,87		
Теж. моје	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	11	4,82	215	4,87	4,87		
Теж. факултет	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	12	4,92	12	4,83	11	4,82	215	4,87	4,87		

Анкета	13. децембар 2012.										Период		2014/2015.									
Тип извештаја	По курсевима										Предмет		Планирање и пројектовање система заштите живота									
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%									
Резултати анкете, 20. април 2016. 23:23:34, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно			
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Про.	
Планирање и пројектовање система заштите живота средње (ПСПЗ)	15	4,47	14	4,43	15	3,93	14	4,29	15	4,27	15	3,87	15	4,27	15	4,33	15	4,33	15	4,27	14	4,29
Арит. моје	15	4,47	14	4,43	15	3,93	14	4,29	15	4,27	15	3,87	15	4,27	15	4,33	15	4,33	15	4,27	14	4,29
Арит. факултет	30	4,60	29	4,59	30	4,17	28	4,50	30	4,47	30	4,10	30	4,47	30	4,47	30	4,43	28	4,39	30	4,30
Теж. моје	15	4,47	14	4,43	15	3,93	14	4,29	15	4,27	15	3,87	15	4,27	15	4,33	15	4,33	15	4,27	14	4,29
Теж. факултет	30	4,60	29	4,59	30	4,17	28	4,50	30	4,47	30	4,10	30	4,47	30	4,47	30	4,43	28	4,39	30	4,30

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Пројектовање система противпожарне заштите

Анкета	18. мај 2012.										Период										2011/2012.										
Тип извештаја	По курсевима										Предмет										Пројектовање система противпожарне заштите (ПСП ▾)										
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање										%										
Резултати анкете, 20. април 2016. 23:02:56, школска 2011/12. година, минимално студената: 1																															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Укупно						
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Про.				
Пројектовање система противпожарне заштите (ПСПЗ)	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	12	5,00	5,00				
Арит. моје	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	12	5,00	5,00				
Арит. факултет	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	12	5,00	5,00				
Теж. моје	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	12	5,00	5,00				
Теж. факултет	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	1	5,00	12	5,00	5,00				

Анкета	13. децембар 2012.										Период	2012/2013.									
Тип извештаја	По курсевима										Предмет	Пројектовање система противпожарне заштите (ПСПЗ)									
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање	%									
Резултати анкете, 20. април 2016. 23:05:10, школска 2012/13. година, минимално студената: 1																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно		
	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	Одг.	Про.	
Пројектовање система противпожарне заштите (ПСПЗ)	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	4	4,00	2	5,00	2	3,50	3	5,00	
Арит. моје	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	4	4,00	2	5,00	2	3,50	3	5,00	
Арит. факултет	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	4	4,00	2	5,00	2	3,50	3	5,00	
Теж. моје	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	4	4,00	2	5,00	2	3,50	3	5,00	
Теж. факултет	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	4	4,00	2	5,00	2	3,50	3	5,00	
																			52	4,86	



## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА –Заштита од пожара и експлозија

[illegible]

Aneta		13. decembar 2012.		Period		2013/2014.																		
Tip izveštaja		Po kursovima		Proracun		Zastita od pokara i eksplozija (ZPIE)																		
Minimalan broj studenata koji su odgovorili na pitanje		1		Minimalan procenat studenata koji su odgovorili na pitanje		%																		
Rezultati anete, 20. april 2016. 22-42-03, školska 2013/14. godina, minimalno studenata: 1																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Ukupno				
Zastita od pokara i eksplozija (ZPIE)		0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,00	6	4,67	140	4,73	4,74
Arbit. moji		0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,00	6	4,67	140	4,73	4,74
Arbit. fasuljet		0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,00	6	4,67	140	4,73	4,74
Tok. moji		0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,00	6	4,67	140	4,73	4,74
Tok. fasuljet		0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,75	0	4,75	0	4,00	0	4,00	0	4,00	6	4,67	140	4,73	4,74

<b>Анкета</b>	<b>13. децембар 2012.</b>						<b>Период</b>						<b>2014/2015.</b>																										
<b>Тип извештаја</b>	<b>По курсевима</b>						<b>Предмет</b>						<b>Заштита од пожара и експлозива (ЗПНЕ)</b>																										
<b>Минималан број студената који су одговорили на питање</b>	<b>1</b>						<b>Минималан проценат студената који су одговорили на питање</b>						<b>%</b>																										
<b>Резултати анкете, 20. април 2016. 23:44:23, школска 2014/15. година, минимално студената: 1</b>																																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно		
	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	
<b>Заштита од пожара и експлозива (ЗПНЕ)</b>	10	5,00	10	5,00	10	4,60	10	4,80	10	5,00	10	4,80	10	4,40	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	4,80	8	5,00	8	4,25	10	5,00	10	5,00	10	5,00	6	4,00	<b>172</b>	<b>4,81</b>	<b>4,84</b>
<b>Арт.-меј</b>	10	5,00	10	5,00	10	4,60	10	4,80	10	5,00	10	4,80	10	4,40	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	4,80	8	5,00	8	4,25	10	5,00	10	5,00	10	5,00	6	4,00	<b>172</b>	<b>4,81</b>	<b>4,84</b>
<b>Арт. факултет</b>	10	5,00	10	5,00	10	4,60	10	4,80	10	5,00	10	4,80	10	4,40	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	4,80	8	5,00	8	4,25	10	5,00	10	5,00	10	5,00	6	4,00	<b>172</b>	<b>4,81</b>	<b>4,84</b>
<b>Тех. меј</b>	10	5,00	10	5,00	10	4,60	10	4,80	10	5,00	10	4,80	10	4,40	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	4,80	8	5,00	8	4,25	10	5,00	10	5,00	10	5,00	6	4,00	<b>172</b>	<b>4,81</b>	<b>4,84</b>
<b>Тех. факултет</b>	10	5,00	10	5,00	10	4,60	10	4,80	10	5,00	10	4,80	10	4,40	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	5,00	10	4,80	8	5,00	8	4,25	10	5,00	10	5,00	10	5,00	6	4,00	<b>172</b>	<b>4,81</b>	<b>4,84</b>

Анкета		13. децембар 2012.		Период		2015/2016.	
Тип извештаја		По курсевима		Предмет		Заштита од пожара и експлозија (ЗПЕ)	
Минималан број студената који су одговорили на питање		1		Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%	

Резултати анкете, 20. април 2016. 23:46:40, школска 2015/16. година, минимално студената: 1																																										
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Укупно					
	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.	Одр.	Преп.
Заштита од пожара и експлозија (ЗПЕ)	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	72	5,00	5,00			
Арт. моје	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	72	5,00	5,00			
Арт. факултет	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	72	5,00	5,00			
Тех. моје	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	72	5,00	5,00			
Тех. факултет	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	72	5,00	5,00			

## РЕЗУЛТАТИ АНКЕТА – Израда докторске дисертације

Anketa		13. decembar 2012.										Period		2014/2015.															
Tip izveštaja		Po kursovima										Predmet		Izrada doktorske disertacije (13-34/UD1)															
Minimalan broj studenata koji su odgovorili na pitanje		1										Minimalan procenat studenata koji su odgovorili na pitanje		5%															
Rezultati ankete, 7. maj 2016. 03:25:15, školska 2014/15. godina, minimalno studenata: 1																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Ukupno										
	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.	Qar.	Pro.									
Izrada doktorske disertacije (13-34/UD1)	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	0	-	2	5,00	2	5,00	2	5,00	34	5,00	5,00				
Arit. koje	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	0	-	2	5,00	2	5,00	2	5,00	34	5,00	5,00				
Arit. finitne	2	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	16	4,38	14	3,93	18	5,00	18	4,89	18	5,00	18	4,89	318	4,89	4,91
Tež. koje	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	0	-	2	5,00	2	5,00	2	5,00	34	5,00	5,00		
Tež. finitne	2	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	18	5,00	16	4,38	14	3,93	18	4,89	18	4,89	18	5,00	18	4,89	318	4,89	4,91

Anketa		13. децембар 2012.		Период		2014/2015.																			
Тип извештаја		По курсевима		Предмет		Израда докторске дисертacije (13-34/ДД)																			
Минималан број студената који су одговорили на питање		1		Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%																			
<b>Резултати анкете, 21. април 2016. 00:55:46, школска 2014/15. година, минимално студената: 1</b>																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно						
	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.	Одр.	Прос.					
Израда докторске дисертacije (13-34/ДД)	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	0		2	5,00	2	5,00	0	32	5,00	5,00	
Арит. моје	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	0	-	2	5,00	2	5,00	0	-	32	5,00	5,00
Арит. факултет	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	18	5,00	18	5,00	15	4,47	19	5,00	334	4,97	4,98
Техн. моје	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	0		2	5,00	2	5,00	0	-	32	5,00	5,00
Техн. факултет	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	19	5,00	18	5,00	15	4,47	19	5,00	19	5,00	17	5,00	334	4,97	4,98

Анкета	13. децембар 2012										Период										2014/2015																																													
Тип извештаја	По курсевима										Предмет										Израда докторске дисертације (13-3ИД13)																																													
Минимални број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање										%																																													
Резултати анкете, 21. април 2016. 01:01:00, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																																																																		
<table><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td colspan="3">Укупно</td></tr><tr><td></td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Одр.</td><td>Пре.</td><td>Пре.</td></tr></table>																								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно				Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Пре.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно																																															
	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Пре.																																													
Израда докторске дисертације (13-3ИД13)	2	4,50	2	4,50	2	4,50	2	4,50	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36	4,89																																												
Арит. поје	2	4,50	2	4,50	2	4,50	2	4,50	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36	4,89																																												
Арит. факултет	13	4,92	13	4,92	13	4,92	13	4,92	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	5,00	224	4,84																																												
Теж. поје	2	4,50	2	4,50	2	4,50	2	4,50	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36	4,89																																												
Теж. факултет	13	4,92	13	4,92	13	4,92	13	4,92	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	5,00	13	5,00	224	4,84																																												

Анкета	13. децембар 2012.										Период	2014/2015.										
Тип извештаја	По курсевима										Предмет	Израда докторске дисертације (13-3ИД14)										
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање	%										
Резултати анкете, 21. април 2016. 01:06:52, школска 2014/15. година, минимално студената: 1																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно			
	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Пре.	
Израда докторске дисертације (13-3ИД14)	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36	5,00
Арит. поје	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36	5,00
Арит. факултет	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	10	4,80	10	3,40	12	5,00	207	4,90
Теж. поје	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36	5,00
Теж. факултет	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	12	5,00	10	4,80	10	3,40	12	5,00	207	4,90

Анкета	13. децембар 2012.										Период		2015/2016.									
Тип извештаја	По курсевима										Предмет		Израда докторске дисертације (13-3ИД15)									
Минималан број студената који су одговорили на питање	1										Минималан проценат студената који су одговорили на питање		%									
Резултати анкете, 7. мај 2016. 03:33:46, школска 2015/16. година, минимално студената: 1																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Укупно			
	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Одр.	Пре.	Пре.	
Израда докторске дисертације (13-3ИД15)	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36 5,00 5,00	
Арит. поје	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36 5,00 5,00	
Арит. факултет	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36 5,00 5,00	
Теж. поје	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36 5,00 5,00	
Теж. факултет	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	2	5,00	36 5,00 5,00	

## V. НАУЧНА ДЕЛАТНОСТ

Проф. др Ивица Ристовић своју научну активност обавља на Рударском одсеку Рударско-геолошког факултета у Београду.

Током вишегодишњег научног рада проф. др Ивица Ристовић је публиковао **173 научних и стручних радова**, укључујући магистратуру, докторат, монографије и поглавља у монографијама националног и међународног значаја. Од овог броја **29** радова је објављено у националним часописима, **42** рада на националним скуповима, **62** рада на међународним скуповима, и **11** радова у научним часописима међународног значаја (у часописима са СЦИ листе).

**У периоду после избора у звање ванредног професора, др Ивица Ристовић је објавио:**

**1 рад у тематском зборнику водећег међународног значаја (M13)**

**4 рада у тематском зборнику међународног значаја (M14)**

**2 рада у истакнутим међународним часописима са СЦИ листе са ИФ (M22)**

**3 рада у међународним часописима са СЦИ листе са ИФ (M23)**

**Гост уредник је 1 истакнутог међународног научног часописа на годишњем нивоу (M27)**

**2 предавања по позиву са међународног скупа штампаних у целини (M31)**

**12 саопштења са међународног скупа штампаних у целини (M33)**

**Уредник 1 зборника саопштења са међународног скупа (M36)**

**2 рада у водећим часописима националног значаја (M51)**

**1 рад у часопису националног значаја (M52)**

**1 саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)**

**1 нова технологија (M81)**

**1 битно побољшана нова технологија (M84)**

Главна област научног и стручног интересовања и рада др Ивице Ристовић је Рударско инжењерство и Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду.

Ужа област његовог научног рада је **Транспортни и извозни системи у рударству**. Осим тога, бави се и заштитом животне средине при транспорту минералних сировина. Према проблематици која је у научним радовима третирана, радови се могу сврстати у две групе.

**1. Прву групу чине радови који се односе на област Рударства – Транспортни и извозни системи у рударству.** Значај ових радова је у томе што се у већини од њих приказује проблематика пројектовања и примене транспортних система. Кроз радове приказани су неки савремени приступи решавања појединих проблема везаних за пројектовање и примену транспортних система и оптимизацију њихових параметара. Осим тога неки од радова описују и баве се проблематиком рударско-енергетских комплекса са више аспеката од којих је један и проблематика транспортних система у овим комплексима.

У неколико објављених радова аутор се бави избором и прорачуном механизације за транспорт и утовар као и истраживањем и моделирањем транспортних путања. Такође, у овим радовима се истражује и стабилност рударских просторија у којима се обавља рударски транспорт и извоз.

Кроз ове радове указује се на проблем малог броја истраживања у циљу решавања проблема оптимизације транспортних система код нас. Иако постоје, она се углавном свODE на студијска и пројектна решења оптимизације појединих елемената система.

У неколико објављених радова који се баве рударством и енергетиком истраживан је и утицај транспорта и извоза, као део целокупног система експлоатације и прераде минералних сировина, на укупну потрошњу енергије у рударско-енергетским комплексима. У овом раду су приказане и могућности уштеде енергије на транспорту и извозу.

Коначно, део радова обрађује проблематику недостатка научних часописа и проблематику објављивања радова са СЦИ листе у области транспорта и извоза у рударству.

Ови радови су публиковани у тематском зборнику водећег међународног значаја (рад бр. 1), тематском зборнику међународног значаја (радови бр. 1, 2, 3 и 4), истакнутим међународним часописима са СЦИ листе (радови бр. 1, и 2), међународним часописима са СЦИ листе (рад бр. 3), предавању по позиву са међународног скупа (рад бр. 2), зборницима радова са међународних скупова (радови бр. 2, 3, 8, 9, 11 и 12), водећим часописима националног значаја (радови бр. 1 и 2), часопису националног значаја (рад бр. 1) и зборнику радова са скупа националног значаја (рад бр. 1).

**2. Другу групу радова чине радови који третирају проблематику транспорта минералних сировина кроз животну средину и заштиту животне средине од утицаја транспорта минералних сировина и рударства уопште.** Кроз ове радове, приказна је проблематика транспорта минералних сировина кроз животну средину, тј. кроз природне и урбане средине, као и нека савремена решења и светска искустава у примени нових технологија транспорта минералних сировина кроз животну средину.

Кроз публиковане радове приказани су сви аспекти транспорта минералних сировина кроз животну средину, мере заштите у току транспорта, нове технологије транспорта са малим степеном утицаја на животну средину и начин избора транспорта.

Осим тога кроз радове су приказане могућности и примена мере за одрживи развој рударства као и транспорта у рударству. Ови радови обрађују проблематику заштите животне средине у рударско-енергетским комплексима. Кроз радове је истакнут значај потребе да се имплементирају савремени системи заштите животне средине и решавају проблеми заштите животне средине применом нових методологија и метода.

Ова група радова, такође обрађује и приказује моделирање система управљања заштитом животне средине у рударско-енергетским комплексима, на основу резултата истраживања усклађености рада рударско-енергетског комплекса са основним принципима одрживог развоја. Кроз радове је приказан развијени модел унапређивања система управљања заштитом животне средине рударско-енергетског комплекса. Приказан је и програм подршке вишекритеријумском одлучивању, заснован на прорачуну значајности аспеката животне средине и избору приоритетних мера заштите животне средине, одређивању вредности енергетских индикатора и конкретној провери модела унапређивања система управљања заштитом животне средине рударско-енергетског комплекса.

Кроз све ове области истраживања обухваћена је и област транспорта у рударству.

Ови радови су публиковани у **међународним часописима са СЦИ листе** (радови бр. 1 и 2), **предавању по позиву са међународног скупа** (рад бр. 1), **зборницима радова са међународних скупова** (радови бр. 1, 4, 5, 6, 7, и 10).



## В.1. ОБЈАВЉЕНИ РАДОВИ – ПРЕ ИЗБОРА У ЗВАЊЕ ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА:

<b>M10</b>	<b>МОНОГРАФИЈЕ, ТЕМАТСКЕ СТУДИЈЕ, ТЕМАТСКИ ЗБОРНИЦИ МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА</b>
<b>M13</b>	<b>МОНОГРАФСКА СТУДИЈА/ПОГЛАВЉЕ У КЊИЗИ М11 ИЛИ РАД У ТЕМАТСКОМ ЗБОРНИКУ ВОДЕЋЕГ МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	<b>Ристовић, И.</b> , Борисављевић, А., 2010: <i>New Technology for Prevention of Eolian Erosion of Ash on the Ash Disposals in Power Plant Nikola Tesla in Serbia</i> . GLOBAL CHANGE-CHALLENGES FOR SOIL MANAGEMENT–Advances in GeoEcology 41. Miodrag Zlatić (editor). CATENA VERLAG GMBH, ISBN 987-3-923381-57-9, US ISBN 1-59326-248-5, pp. 278-285, September 2010.
2	<b>Ристовић, И.</b> , 2011: <i>Environmental Risks to Air, Water and Soil Due to the Coal Mining Process</i> . Understanding and Managing Threats to the Environment in South Eastern Europe, <b>SPRINGERLINK</b> , NATO SCIENCE FOR PEACE AND SECURITY SERIES, ISBN 978-94-007-0610-1, Vol. 2, pp. 251-264, 2011.
<b>M14</b>	<b>МОНОГРАФСКА СТУДИЈА/ПОГЛАВЉЕ У КЊИЗИ М12 ИЛИ РАД У ТЕМАТСКОМ ЗБОРНИКУ МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	<b>Ристовић И.</b> , 2006: <i>Environmental Protection in Conveyance of Metallic Mineral Raw Materials</i> . Environment-friendly External Ore Conveyance, pp.71-87, ISBN 86-7352-152-1, FMG Belgrade - TU Košice BERG Faculty.
2	Грујић, М., <b>Ристовић, И.</b> , 2010: <i>Transfer of Technologies in Serbian Mining Through History</i> . Mining in Central Europe Through History, pp. 1-10, ISBN: 978-86-7352-206-7, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology - TU Košice, BERG Faculty, Institute of Geotourism.
<b>M20</b>	<b>РАДОВИ ОБЈАВЉЕНИ У НАУЧНИМ ЧАСОПИСИМА МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА</b>
<b>M21</b>	<b>РАД У ВРХУНСКОМ МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ</b>
1	Тодић, А. Недељковић, Б., Чикара, Д., <b>Ристовић, И.</b> , 2011: <i>Particulate basalt–polymer composites characteristics investigation</i> . Materials and Design 32 (2011) 1677–1683 Elsevier Ltd., ISSN: 0261-3069.
<b>M23</b>	<b>РАД У МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ</b>
1	<b>Ристовић, И.</b> , Стојаковић, М., Вулић, М., 2010: <i>Recultivation and Sustainable Development of Coal Mining in Kolubara Basin</i> . Thermal Science: ISSN 0354-9836, Vol. 14, No. 3, (2010) pp. 759-772, Publisher: Vinča Institute of Nuclear Sciences, Belgrade
2	Рошер, Ј., <b>Ристовић, И.</b> , Вулић, М., 2010: <i>Applicability of Continuous Real-Time Monitoring Systems in Safety Assurance of Significant Structures</i> . Strojarstvo, ISSN 0562-1887, <b>52</b> (4) 449-458 (2010), Publisher: Croatian Union of Mechanical Engineers and Naval Architects, Zagreb.8
3	Ганић, А., <b>Ристовић, И.</b> , Ђорђевић, Д., Вулић, М., 2010: <i>Parametric Adjustment of a Junction Triangle in Terms of The Precise Construction of Haulage Drives in Underground Mines</i> . REM: Revista Escola de Minas, ISSN 0370-4467, Ouro Preto, 63(3): 529-538, (2010), Publisher: Escola de Minas, Brazil.
4	Грујић, М., <b>Ристовић, И.</b> , Грујић, М., 2010: <i>Model for the Selection of the Optimal Location of a Thermal Power Unit According to the External Coal Conveyance Criterion</i> . Acta Montanistica Slovaca, Ročník 15 (2010), mimoriadne číslo 1, 31-33, ISSN 1335-1788, Košice, Slovakia
5	Савић, Љ., <b>Ристовић, И.</b> , Трајковић, С., Савић, Љ., 2010: <i>Experimental Research and Defining of the Optimum Bit Blade Sharpening Angle for Drilling Rocks and Ores</i> . TTEM Technics Technologies Education Management, Vol. 5 Number 1, 2010., pp. 205-217, ISSN 1840-1503, DRUNPP, Sarajevo, Bosnia and Hercegovina

<b>M30</b>	<b>ЗБОРНИЦИ МЕЂУНАРОДНИХ НАУЧНИХ СКУПОВА</b>
<b>M31</b>	<b>ПРЕДАВАЊЕ ПО ПОЗИВУ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ</b>
1	<b>Ристовић, И.</b> , 2007.: <i>Restructuring and Privatization of Underground Coal Mines in Serbia</i> . Proceedings of 1st International Symposium ENERGY MINING 07, p.p. 15-21, Vrnjacka Spa, Serbia.
2	<b>Ристовић, И.</b> , 2008: <i>Curent Situation and Development of Energy Mining in Serbia</i> . Proceedings of 2nd International Symposium ENERGY MINING 08, p. 1-10, September 15-18., Tara, Serbia.
3	<b>Ристовић, И.</b> , 2010: <i>Energy Mining And Sustainable Development</i> . Proceedings of 3rd International Symposium ENERGY MINING ER 2010, p.p. 1-6, Banja Junaković, Apatin, Serbia.
<b>M33</b>	<b>САОПШТЕЊЕ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ</b>
1	<b>Ристовић И.</b> , Живанчеви Д., Гашић В., 1996: <i>Припрема компримираног ваздуха, услов за ефикасно одржавање пнеуматских машина</i> . Зборник радова, III Међународна конференција о површинској експлоатацији, 157-165, Београд.
2	<b>Ристовић И.</b> , Гашић В., Милисављевић В., 1996: <i>Транспорт једношлинском јамском висећом железницом у јами “Источно поље” у РМУ “Боговина” и њено одржавање</i> . Зборник радова III Интернационално саветовање о транспорту и извозу, пп. 401-406, Београд.
3	Стојановић Д., Игњатовић Д., Ивковић С., <b>Ристовић И.</b> , 1997: <i>Reconstruction of the bucket wheel excavator 1200 24/4</i> . Proceedings of Bulgarian-Yugoslavian Conference on Mining and Geology, Sofia, Bulgaria
4	Милисављевић В., <b>Ристовић И.</b> , Гашић В., 1998: <i>Предности употребе биодизела као погонског горива дизелагрегата у рудницима</i> . Зборник радова, II међународни симпозијум Рударство и заштита животне средине, 366-370, Београд.
5	<b>Ристовић И.</b> , Игњатовић Д., Кецојевић В., 1999: <i>Monitoring of Auxiliary Equipment Efficiency for Lignite Open Pits</i> . MEPS, Ukraine, МЕРС, Украјина,
6	<b>Ристовић И.</b> , 1999: <i>Праћење показатеља ефективности рада помоћне механизације на површинским коповима лигнита</i> . IV Међународна конференција о површинској експлоатацији, ОМЦ '99, п.п. 209-214, Борско језеро,
7	<b>Ристовић И.</b> , Гашић В., 1999: <i>Одржавање пнеуматика код машина и уређаја за транспорт</i> . IV Интернационални симпозијум о транспорту и извозу, Београд,
8	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Чолић М., 1999: <i>Defining rational limitations of the application of belt conveyors in coal mines</i> . Proceedings of international Symposium – Possible aspects of exploitation, development and combustion of coal in Republic of Srpska, Teslic, Bosnia and Herzegovina.
9	<b>Ристовић И.</b> , Игњатовић Д., 2000: <i>The Reliability of Dozers on the Open Pits of Lignite in Serbia</i> . Proceedings of International Carpathian Control Conference, p.p. 155-158, FBERG, High Tatras, Slovakia.
10	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Чолић М., 2000: <i>Defining the link between granulation of blasted masses and belt width of special conveyors</i> . Proceedings of 2 <sup>nd</sup> International Conference of Drilling and Blasting, pp. 291-299, Ohrid, Macedonia.
11	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2000: <i>How to Optimize the Parameters of Mechanized Bunkers in Coal Mines</i> . Proceedings of International Conference, pp. 28-32, Ostrava, Cheh Republic.
12	Грујић М., Кузмановић Д., <b>Ристовић И.</b> , 2000: <i>Some aspects on influence of ropes torsion on guides in vertical shaft</i> . XI medzinarodna konferencia Vyskum, Vyroba a pouzitie ocelovych lan, p.p. 77-81, Podbanske, Slovakia.
13	Игњатовић Д., <b>Ристовић И.</b> , Стојаковић М., 2000: <i>The Methodology of the Selection of Auxiliary Mechanization for the Open Pit Mines of Lignite</i> . 9 <sup>th</sup> International Symposium on Mine Planning & Equipment Selection 2000, pp. 577-581, Athens, Greece.
14	<b>Ристовић И.</b> , Слепчев Г., Чолић М., Богдановић Д., 2001: <i>Зависност очувања животне средине од нивоа рударске производње</i> . МЕР'01, пп. 69-73, Врдник.
15	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Кузмановић Д., 2001: <i>Утицај транспорта угља на животну средину и отклањање негативних последица</i> . МЕР'01, пп. 158-162, Врдник.
16	Грујић М., Милановић Р., <b>Ристовић И.</b> , 2001: <i>Possibilities of solutions of transportation problems in underground coal mines with small production</i> . LOADO 2001, pp. 256, High Tatras, Slovakia.

17	Грујић М., Кузмановић Д., <b>Ристовић И.</b> , Шестак И., 2001: <i>Some Aspects of Application Pipe Conveyors in Mining</i> . LOADO 2001, pp. 257-260, High Tatras, Slovakia.
18	<b>Ристовић И.</b> , Васиљевић Н., 2001: <i>Evidential Software for Machines Failure Occurrence</i> . RINT 2001, Proceedings of International Scientific Meeting Computer Integrated Technologies in Mineral Industry, pp. 161-165, Prijedor, Bosnia and Hercegovina.
19	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2002: <i>Use of Eco-Conveyors with enclosed upper framework for the transportation of crushed ore</i> . Proceedings of 2 <sup>nd</sup> International Conference on the Problems of the Rational Nature Management, pp. 384-386, Tula, Rusia.
20	<b>Ристовић И.</b> , Кнежевић Г., Грујић М., 2002: <i>Endangerment of Fluvial Ecosystem due to Mining Activities on the Example of Ibar River (Yugoslavia)</i> . Proceedings of 2 <sup>nd</sup> International Conference on the Problems of the Rational Nature Management, pp. 387-390, Tula, Rusia.
21	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Поповић Д., 2002: <i>Specific Characteristics of the Application of - Steel Ropes at Transportation of Material for Reproduction in Collieries</i> . pp. 57-63, XII medzinarodna konferencia Vyskum, Vyroba a Polužite Ocelovych Lan, High Tatras, Slovakia.
22	<b>Ристовић И.</b> , Грујић М., 2002: <i>Some Aspects of Steel Wire Ropes use for Discontinuous and Auxiliary Equipment in Open-pit Mines</i> . pp. 215-222, XII medzinarodna konferencia Vyskum, Vyroba a Polužite Ocelovych Lan, High Tatras, Slovakia.
23	<b>Ристовић И.</b> , Јацовић Ј., 2002: <i>Дефинисање основних услова примене континуалног транспорта у рудницима металних минералних сировина</i> . пп. 105-109, V Интернационални симпозијум о транспорту и извозу, Врдник.
24	<b>Ристовић И.</b> , Јакшић М., Јацовић Ј., 2003: <i>Предност хидрауличког транспорта минералних сировина са аспекта заштите животне средине</i> . ИВ Међународни симпозијум Рударство и заштита животне средине, МЕП 03, пп. 234-236, РГФ, Београд, Врдник.
25	Карловић Е., <b>Ристовић И.</b> , Чудић В., 2003: <i>Рударске активности и опасан отпад</i> . IV Међународни симпозијум Рударство и заштита животне средине, МЕП 03, пп. 306-311, РГФ, Београд, Врдник.
26	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Милановић Р., 2003: <i>Some Environmental Impacts of External Coal Transportation</i> . ICERA 2003, Proceedings of the 1 <sup>st</sup> International Conference on Environmental Research and Assessment, Bucharest, Romania.
27	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Јацовић Ј., 2003: <i>The Use of Belt Conveyors for the Transportation of Workers</i> . LOADO 2003, High Tatras, Slovakia.
28	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2004: <i>To What Extent The Number Of Conveyors Affects The Operating Efficiency Of Haulage Systems In Coal Mines</i> . XIII International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, MPES 2004, A.A. BALKEMA, pp. 553-556, Wroclaw, Poland.
29	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2004: <i>Contribution of the Department for Mine Haulage and Hoisting at the Faculty of Mining and Geology in Belgrade in Dealing with Mine Haulage Problems</i> . International Conference 10 Let Institutu Dopravny, Fakulty Strojni, VŠB TU Ostrava.
30	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2004: <i>Rational Use of Steel Ropes in Small Coal Mines</i> . XIII medzinarodna konferencia Vyskum, Vyroba a Polužite Ocelovych Lan, pp. 133-136, High Tatras, Slovakia.
31	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Поповић Д., 2004: <i>Rationalization of Limit Lengths in the Application of Belt Conveyors in Underground Coal Mines</i> . ICERA 2004, Proceedings of the 2 <sup>nd</sup> International Conference on Environmental Research and Assessment, Bucharest, Romania.
32	Стевановић Д., <b>Ристовић И.</b> , Хамовић Ј., 2005: <i>Примена софтверског пакета Талпац за оптимизацију камионског система транспорта</i> . пп. 155-159, VI Интернационални симпозијум о транспорту и извозу ИСТИ 05, Будва.
33	<b>Ристовић И.</b> , Јацовић Ј., 2005: <i>Нове технологије отпрашивања на пресипним местима транспортера са траком</i> . пп. 183-186, VI Интернационални симпозијум о транспорту и извозу, ИСТИ 05, Будва.
34	<b>Ристовић И.</b> , Грујић М., 2005: <i>Possibilities for Automation and Rationalization of Belt Conveyor Systems in Serbian Coal Mines</i> . pp. 156-160, International Scientific Conference on the occasion of the 55 <sup>th</sup> anniversary and founding the Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-TU, Ostrava.

35	<b>Ристовић, И.</b> , Токалић, Р., 2006.: <i>Modern Production Requirements for Reduction of the Dustiness Degree in Underground Mines</i> . III International Conference Logistika a Doprava – LOADO 2006, Mimoriadne číslo Časopisu Doprava a Logistika, (CD) pp. 5 Podbanske, Slovakia.
36	<b>Ристовић, И.</b> , 2007.: <i>Model for optimization of continuous haulage systems parameters</i> . Proceedings of XV International Symposium New development of Belt conveyors, pp.125-132, Zakopane, Poland.
37	Грујић, М., <b>Ристовић, И.</b> , 2007.: <i>Some aspects of application of reversible belt conveyors in coal transportation to steam power plant and return transportation of the ashes</i> . 2 <sup>nd</sup> Balkan Mining Congress BALKANMINE 2007, 10-13 september, pp. 173-177, (AISS), Beograd.
38	<b>Ристовић, И.</b> , Ђукановић, Д., Санковић, Ћ., 2007.: <i>Research of parameters of reliability and work efficiency of system for repromaterial transporting in mine Rembas</i> . Proceedings of 1 <sup>st</sup> International Symposium ENERGY MINING 07, pp. 260-269, Vrnjacka Spa, Serbia.
39	<b>Ристовић, И.</b> , 2008: <i>New Technologies for External Coal Conveyance</i> . Proceedings of 7 <sup>th</sup> International Symposium on Mine Haulage and Hoisting, pp. 24-27, jun 01-04, Tara, Serbia.
40	<b>Ристовић, И.</b> , Адамовић, Ј., Савић, ЈБ., 2008: <i>Application of OpTrans Software on The Example of Refractory Clay Deposit Bukovik Arandjelovac</i> . Proceedings of 7th International Symposium on Mine Haulage and Hoisting, pp. 89-93, jun 01-04, Tara, Serbia.
41	<b>Ристовић, И.</b> , 2008: <i>Application of Ropes in Underground Coal Mines in Serbia</i> . XV International Conference Investigation, Production and Use of Steel Ropes, Conveyors and Hoisting Machines, Mimoriadne číslo nr. 5 Časopisu Doprava a Logistika, pp. 154-158, 7-10. oktober, Podbanske, Slovakia.
42	<b>Ристовић, И.</b> , Ђукановић, Д., Санковић, Ћ., Грујић, М., 2008: <i>External Transport in Underground Coal Mines in Serbia</i> . Proceedings of 2nd International Symposium ENERGY MINING 08, pp. 175-178, september 15-18., Tara.
43	<b>Ристовић, И.</b> , Стојановић, М., Стојановић, С., 2008: <i>Identification and Assessment of the Significance of Environmental Aspects in Mining Facilities</i> . Proceedings of 2nd International Symposium ENERGY MINING 08, pp. 179-184, september 15-18., Tara.
44	<b>Ристовић, И.</b> , 2008.: <i>Enhancing the Energy Efficiency of Continuous Conveyance Systems in Coal Mines Through the System Rationalization and Automation</i> . 16 International Symposium Development of new technologies to the belt conveyors, pp.125-132, Zakopane, Poland.
45	<b>Ристовић, И.</b> , 2009: <i>Haulage and Hoisting in Serbian Coal Mine Through History</i> . Proceedings of 1 <sup>st</sup> International Conference IRSE 09, pp. 249-254, september, Fruška Gora.
46	<b>Ристовић, И.</b> , Борисављевић, А., 2009.: <i>Implementation of New Technology for Prevention of Eolian Erosion of Ash on the Ash and Slag Disposals at Termal Power Plant in Serbia</i> . International Conference LANDCON 0905, World Association of Soil and Water Conservation, May 26-30, Tara (IQD)
47	<b>Ристовић, И.</b> , Стојаковић, М., 2009: <i>Sustainable Mining and Recultivation</i> . 5 <sup>th</sup> Dubrovnik conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, University of Zagreb Croatia & Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal, Dubrovnik, Croatia (CD)
48	Рошер, Ј., <b>Ристовић, И.</b> , Вулић, М. 2009: <i>On the Use of The Real-time Deformation Monitoring System for Improving the Safety and Economy of Significant Structures</i> . 5 <sup>th</sup> Dubrovnik conference Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia (CD)
49	Милентијевић, Г., Недељковић, Б., <b>Ристовић, И.</b> , 2010: <i>Impact Analysis of Rmhc Trepca to the Contamination of the River Ibar Water by Heavy Metals on the Area of Zvečan Municipality</i> . Proceedings of 3rd International Symposium ENERGY MINING ER 2010, pp. 141-147, Banja Junaković, Apatin.
50	<b>Ристовић, И.</b> , 2010: <i>Research and Analysis of Technical Parameters of the Conveyor Belt</i> . 16 <sup>th</sup> International Conference Investigation, Production and Use of Steel Wire Ropes, Conveyors and Hoisting Machines, September 21 <sup>st</sup> – 24 <sup>th</sup> , 7 Special issue of Journal Transport & Logistics, High Tatras, Podbanské, Slovakia.

<b>M36</b>	<b>УРЕЂИВАЊЕ ЗБОРНИКА САОПШТЕЊА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА</b>
1	1 <sup>st</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ENERGY MINING ER 07. 21-24.11.2007, Vrnjačka Spa, Faculty of Mining and Geology, Serbia, Moscow State Mining University, Moscow, Russia, TU Košice, BERG Faculty, Košice, Slovakia, Serbian Chamber of Commerce
2	2 <sup>nd</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ENERGY MINING ER 08. 15-18.09.2008 Tara, Faculty of Mining and Geology, Serbia, Moscow State Mining University, Moscow, Russia TU Košice, BERG Faculty, Košice, Slovakia University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Slovenia, Serbian Chamber of Commerce
3	3 <sup>rd</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ENERGY MINING ER 2010. 08-11.09.2010 Banja Junakovic, Apatin, Faculty of Mining and Geology, Serbia, Moscow State Mining University, Moscow, Russia TU Košice, BERG Faculty, Košice, Slovakia University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Slovenia
<b>M40</b>	<b>НАЦИОНАЛНЕ МОНОГРАФИЈЕ, ТЕМАТСКИ ЗБОРНИЦИ,</b>
<b>M42</b>	<b>МОНОГРАФИЈА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	<b>Ристовић, И.,</b> 2007.: <i>Ефективност рада и одржавање помоћне механизације на површинским коповима лигнита</i> . Рударско-геолошки факултет, пп. 150, ИСБН 978-86-7352-167-1, Београд.
2	Недељковић, Б., <b>Ристовић, И.,</b> 2009.: <i>Контурно минирање и транспорт изминераног материјала при изради јамских објеката у чврстој радној средини</i> . Београд, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, пп. 268, ИСБН 978-86-7352-191-6.
3	Грујић, М., <b>Ристовић, И.,</b> Грујић, М., 2010: <i>Технологије транспорта угља из рудника кроз природне и урбане средине</i> . Истраживање технологија транспорта угља из рудника кроз природне и урбане средине. Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, пп. 1-61, ИСБН 978-86-7352-211-1.
<b>M45</b>	<b>ПОГЛАВЉЕ У КЊИЗИ М42 ИЛИ РАД У ТЕМАТСКОМ ЗБОРНИКУ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	Грујић, М., Колоња, Б., <b>Ристовић, И.,</b> Јацовић, Ј., 2002: <i>Истраживање могућности примене савремених решења транспорта и извоза угља у рудницима Србије</i> . Монографија Унапређење технолошких процеса подземне експлоатације угља, ИСБН 86-7352-097-5, пп. 99-146, РГФ, Београд.
<b>M49</b>	<b>УРЕЂИВАЊЕ НАУЧНЕ МОНОГРАФИЈЕ, ТЕМАТСКОГ ЗБОРНИКА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	<i>Истраживање технологија транспорта угља из рудника кроз природне и урбане средине</i> . Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, ИСБН 978-86-7352-211-1, пп. 1-200 (2010)
<b>M50</b>	<b>ЧАСОПИСИ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА</b>
<b>M51</b>	<b>РАД У ВОДЕЋЕМ ЧАСОПИСУ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	<b>Ристовић, И.,</b> Поповић Д., Ђукановић, Д., 2005.: <i>Специфичности стратешке консолидације рудника угља са подземном експлоатацијом у Републици Србији</i> . Енергетика 2005, бр. 2, пп. 241-243, Савез енергетичара, Београд.
2	Кисић, Д., Цокић, З., Грујић, М., <b>Ристовић, И.,</b> 2006.: <i>Рекултивација депонија ТЕ "Никола Тесла" Б у складу са новом технологијом маловодног транспорта и одлагања пепела и шљаке</i> . ECOLOGICA, бр 13, No 48, пп. 39-46, Београд.
<b>M52</b>	<b>РАД У ЧАСОПИСУ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА</b>
1	Бундало З., <b>Ристовић И.,</b> 1995: <i>Оптималан број транспортних јединица једноканалног дисконтинуалног система</i> . Подземни радови, 4, пп. 49-52, Београд.
2	Реџић Љ., Савић Љ., <b>Ристовић И.,</b> 1995: <i>Изучавање утицаја врсте залома на брзину и трошкове израде ходника у условима рудника "Трепча" - Стари Трг</i> . Подземни радови, 4, пп. 23-30, Београд.



3	Реџић Љ., <b>Ристовић И.</b> , 1997: <i>Утицај технологије израде сипке на брзину и трошкове израде</i> . Подземни радови, 6, пп. 67-70, РГФ, Београд.
4	Милисављевић В., <b>Ристовић И.</b> , Гашић В., 1998: <i>Уређаји за израду анкерских бушотина и уградњу АТ анкера и њихово одржавање</i> . Подземни радови, Но 9, пп. 107-111, РГФ, Београд
5	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Јацовић Ј., 2002: <i>Могућности примене нове технологије транспорта угља са високим степеном заштите животне средине</i> . Подземни радови, Но 11, пп. 49-52, РГФ, Београд,
6	Стојановић Л., Васиљевић Н., <b>Ристовић И.</b> , 2001: <i>Feasibility Study of Transportation Equipment Selection on Surface Coal Mine Bogutovo Selo</i> . Transport and Logistic, No 1/01, pp. 89-105, FMG, Belgrade, BERG Faculty TU, Košice, Slovakia.
7	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2002: <i>Determination of Certain parameters referential for locomotive haulage systems in underground coal mines</i> . Transport and Logistic, No 2/02, pp. 41-48, FMG, Belgrade, BERG Faculty TU, Košice
8	<b>Ристовић И.</b> , Хамовић Ј., 2002: <i>The latest development tendencies in combined conveyance at opencast metal mines</i> . Transport and Logistic, No 3/02, pp. 69-79, FMG, Belgrade, BERG Faculty TU, Košice
9	Грујић М., Хамовић Ј., <b>Ристовић И.</b> , 2003: <i>Some Aspects of Belt Speed Selection for the Transportation of Coal</i> . Časopis Transport and Logistic; Vol. 03; No 5; pp. 27-33; FMG, Belgrade, BERG Faculty TU, Košice
10	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2004: <i>How to Select Optimum Transportation Methods in Underground Coal Mines</i> . Transport and Logistic; No 7/04; pp. 7-15; FMG, Belgrade, BERG Faculty TU, Košice
11	<b>Ристовић И.</b> , 2006.: <i>Развој модела за избор рационалних параметара транспортног система</i> . Транспорт и Логистика; No 11/06; 77-84; ИССН: 1451-107X; Београд - Кошице.
12	<b>Ристовић И.</b> , Ђукановић, Д., Санковић, Ћ., 2006.: <i>Показатељи ефективности рада јамске жичаре у руднику Лубница-Лубница</i> . Подземни радови, ЈУ ИССН 0354-2904, вол. 13 бр. 15, пп. 17-26, Рударско-геолошки факултет, Београд
13	Биндзар, П., Гринчова, А., <b>Ристовић И.</b> , 2006.: <i>3Д математичко моделирање транспортера са траком на утоварном месту</i> . Подземни радови, ЈУ ИССН 0354-2904, вол. 13, бр. 15, пп. 81-89, Рударско-геолошки факултет, Београд
14	Грујић, М., Десподов, З., <b>Ристовић И.</b> , 2007.: <i>Могућност примене метода вишекритеријумске анализе при избору транспортног система у руднику олова и цинка</i> . Transport and Logistic; No 13/07; пп. 7-14; ИССН: 1451-107X; Београд – Кошице
15	<b>Ристовић И.</b> , 2007: <i>Application of the OPTTRANS model for selection and verification of continuous conveyance systems in underground mines</i> . IV International Conference Logistika a Doprava – LOADO 2007, Mimoriadne číslo časopisu Doprava a Logistika, (CD), pp. 6, Podbanske, Slovakia.
16	<b>Ристовић И.</b> , Ђукановић, Д., 2008.: <i>Утицај спољашњег транспорта угља на урбане и природне средине</i> . Transport and Logistic; No 15/08; 19-30; ИССН: 1451-107X; Београд - Кошице.
17	Недељковић, Б., <b>Ристовић И.</b> , Јакшић, М., 2009.: <i>Подграда од прсканог (торкрет) бетона у функцији осигурања главних транспортних просторија у рудницима Трепча – Лепосавић</i> . Transport and Logistic, No 17/09; пп. 16-25; ИССН: 1451-107X, Београд - Кошице.
18	Грујић, М., <b>Ристовић И.</b> , Грујић, М., Јелисавец-Ердељан, Д., 2009: <i>Categorization of the environment and quantification of damages caused by external coal conveyance</i> . Special issue of Journal Transport & Logistics, p.p., 338-341. oktobar, Podbanske, Slovakia.
19	Грујић, М., <b>Ристовић И.</b> , Грујић, М., 2009: <i>Creating a model for the selection of the optimal location of a thermal power unit according to the external coal conveyance criterion</i> . Special issue of Journal Transport & Logistics, pp. 342-345, oktobar, Podbanske, Slovakia.
<b>M53</b>	<b>РАД У НАУЧНОМ ЧАСОПИСУ</b>
1	<b>Ристовић И.</b> , Husáková, N., Dečmanová, J., 2010.: <i>Tests of Personal Cable Lift With the Possibility of Solution</i> . Metallurgy ISSN 0543-5846, METABK 49 (2) 479-482 (2010), UDC 669.14-418:539.37:620.17=111, Publisher: Croatian Metallurgical Society (CMS) Zagreb, Croatia

2	Michalik, P., Molnár, V., Fedorko, G., <b>Ристовић, И.</b> , 2010.: <i>Measurement of Compressive Forces on the Rolls of a Pipe Conveyor by Action Various Tensile Forces in a Conveyor Belt</i> . Metallurgy ISSN 0543-5846, METABK 49 (2) 381-384 (2010), UDC 669.14-418:539.37:620.17=111, Publisher: Croatian Metallurgical Society (CMS) Zagreb, Croatia.
3	<b>Ристовић, И.</b> , 2008: <i>Economic Aspects of the Maintenance Of Auxiliary Mechanization</i> . Transaction of the VŠB, TU Ostrava – Mechanical Series, cislo 1, rok 2008, rocnik LIV, rada strojni, p.p. 225-233, ISSN 1210-0471, VŠB TU, Ostrava.
4	Савић, Љ., <b>Ристовић, И.</b> , Савић, Љ., 2009.: <i>Correlation Relationship Between Drilling Bit Endurance and the Most Importnt Parameters of the Rock Mass</i> . Journal RMZ Materials and Geoenvironment, Vol. 56, No. 1, pp. 54-59, ISSN 1408-7073, Ljubljana, Slovenia
5	Недељковић, Б., <b>Ристовић, И.</b> , Федорко, Г., 2009.: <i>Displacement of mined ground as a consequence of the exploitation of Pb-Zn ore in the mine Crnac</i> . Journal RMZ Materials and Geoenvironment, Vol. 56, No. 4, pp. 449-457, ISSN 1408-7073, Ljubljana, Slovenia
<b>M63</b>	<b>САОПШТЕЊЕ СА СКУПА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ</b>
1	Чокорило В., <b>Ристовић И.</b> , 1993: <i>Анализа транспорта откопане супстанце у руднику Стари трг</i> . Зборник радова, ИИ Међународно саветовање Трендови развоја рудничког транспорта и извоза, 180-182, Београд.
2	Чокорило В., <b>Ристовић И.</b> , 1994: <i>Компензациони уређаји за подземну експлоатацију угља</i> . Зборник радова, II Научно саветовање из области подземне експлоатације лежишта чврстих минералних сировина, пп. 167-176, Београд.
3	Половина Д., <b>Ристовић И.</b> , 1995: <i>Примена теорије вероватноће код одређивања оптималних залиха мазива на Површинском копу "Тамнава"</i> . Зборник радова XXVII Октобарско саветовање, пп. 107-112, Борско језеро.
4	<b>Ристовић И.</b> , Милисављевић В., 1995: <i>Примена статистичких метода за оцену рада и избор рударских машина</i> . Зборник радова, IV Југословенски научно-стручни скуп са међународним учешћем Механизација у рударству, пп. 270-274, Београд.
5	Половина Д., Игњатовић Д., <b>Ристовић И.</b> , 1995: <i>Оптимално време замене трака на багерским транспортерима при откопавању јаловине</i> . Зборник радова XXII Југословенски симпозијум о операционим истраживањима, пп. 551-554, Доњи Милановац.
6	<b>Ристовић И.</b> , Живанчевић Д., Милисављевић В., 1995: <i>Одржавање машина за бушење у руднику Стари Трг</i> . Зборник радова I Југословенски симпозијум са међународним учешћем Бушење и минирање, пп. 389-405, Београд.
7	Живанчевић Д., <b>Ристовић И.</b> , 1995: <i>Одржавање прибора за бушење</i> . Зборник радова I Југословенски симпозијум са међународним учешћем Бушење и минирање, пп. 405-411, Београд.
8	<b>Ристовић И.</b> , Гашић В., Бундало З., 1996: <i>Могућност примене "Dryex" пречистача/сушача у радионицама за одржавање рударске опреме</i> . Зборник радова XXVIII Октобарско саветовање рудара и металурга са међународним учешћем, пп. 238-243, Доњи Милановац.
9	Игњатовић Д., Миладиновић С., <b>Ристовић И.</b> , 1996: <i>Примена рачунара у едукацији студената на Катедри за механизацију рудника Рударско-геолошког факултета</i> . Зборник радова YU INFO '96, Симпозијум о рачунарским наукама и информатици, Брезовица.
10	<b>Ристовић И.</b> , Кричак Л., Стојаковић М., 1996: <i>Савремене тенденције у производњи утоварача</i> . Зборник радова II Међународни симпозијум о Површинској Експлоатацији и квалитету сировина за производњу цемента, пп. 269-278, Косјерић.
11	Живанчевић Д., <b>Ристовић И.</b> , 1996: <i>Анализа динамичког понашања носеће структуре машине алатке методом коначних елемената</i> . Зборник радова XXIII Југословенски симпозијум о операционим истраживањима, 876-879, Златибор.
12	Гашић В., <b>Ристовић И.</b> , Милисављевић В., 1997: <i>Организација одржавања рударске опреме техником мрежног планирања</i> . Зборник радова, XXIX Октобарско саветовање рудара и металурга, 305-310, Борско језеро.
13	<b>Ристовић И.</b> , Гашић В., Бундало З., 1997: <i>Одржавање тешких возила на површинским коповима камена</i> . Зборник радова, Површинска експлоатација камена, п.п. 64-68, Голубац.

14	Милисављевић В., <b>Ристовић И.</b> , Гашић В., 1998: <i>Експериментална провера могућности подграђивања анкерима са двокомпонентним смешама</i> . Зборник радова, XXX Октобарско саветовање рудара и металурга, Доњи Милановац.
15	Радојевић Ј., Обрадовић Р., Гојковић Н., <b>Ристовић И.</b> , 1998: <i>Утицај начина збијања на образовање нових механичких својстава материјала који се одлажу</i> . Зборник радова, Конференција о минералним сировинама, њиховој експлоатацији, керамичарској и опекарској производњи, пп. 63-66, Кањижа.
16	<b>Ристовић И.</b> , Игњатовић Д., 1999: <i>Примена рачунара за праћење параметара ефективности рада помоћне механизације на површинским коповима лигнита</i> . YUINFO 99', Копаоник.
17	<b>Ристовић И.</b> , Гашић В., Томић Љ., 1999: <i>Одржавање транспортног уређаја дозера</i> . V југословенски симпозијум са међународним учешћем из области механизације у рударству, пп. 65-70, Београд,
18	Јакшић М., Рецић Љ., <b>Ристовић И.</b> , 1999: <i>Стање и перспективни развој транспорта и извоза руде у руднику "Трепча" Стари Трг</i> . XXXI Октобарско саветовање рудара и металурга, Борско језеро,
19	Рецић Љ., Јакшић М., <b>Ристовић И.</b> , 1999: <i>Отварање и експлоатација лежишта "Дражња" код Подујева</i> . XXXI Октобарско саветовање рудара и металурга, Борско језеро,
20	<b>Ристовић И.</b> , 2000: <i>Примена рачунара за праћење појава кварова у циљу отклањања слабих места на машинама</i> . YU INFO 2000, Копаоник.
21	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Чолић М., 2000: <i>Могућност примене цевастих транспортера са траком за транспорт минералних сировина са површинских копова</i> . Саветовање Информатика, менаџмент, Екологија и Стандарди, пп. 262-268, Аранђеловац,
22	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Чолић М., 2000: <i>Вредновање утицаја транспорта угља на животну средину</i> ". Electra I-ISO 14000, Управљање заштитом животне средине у Електропривреди, пп. 236-239, Аранђеловац.
23	Васиљевић Н., <b>Ристовић И.</b> , Ђинових Љ., Тимотијевић Б., 2000: <i>Разматрање транспорта на површинским коповима применом дискретних симулационих модела</i> . XXXII Октобарско саветовање рудара и металурга, Лепенски Вир.
24	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , 2001: <i>Савремени системи за допрему опреме, репроматеријала и превоз људи и могућност примене у нашим рудницима угља</i> . IV научно-стручни скуп Подземна експлоатација минералних сировина у новим условима привређивања, пп. 93-100, РГФ, Београд.
25	<b>Ристовић И.</b> , Кнежевић Г., Грујић М., 2002: <i>Руднички погони и објекти као потенцијални загађивачи у сливу реке Ибар</i> . Electra II, Друга међународна конференција о управљању заштитом животне средине у електропривреди, пп. 270-273, YU Форум квалитета, Тара.
26	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Јацовић Ј., 2002: <i>Загађење реке Дрине као последица депоновања флотацијске јаловине рудника Велики Мајдан</i> . Electra II, Друга међународна конференција о управљању заштитом животне средине у електропривреди, п.п. 274-277, YU Форум квалитета, Тара.
27	<b>Ристовић И.</b> , 2003.: <i>Загађење Дунава услед рударских активности</i> . XI научно-стручни скуп о природним вредностима и заштити животне средине, Зборник радова Еколошка истина 2003, пп. 111-115, Доњи Милановац.
28	<b>Ристовић И.</b> , Адамовић Ј., Димитријевић М., 2003: <i>Побољшање квалитета животне средине у подручју експлоатације- ватросталних глина површинског копа Ћиринац</i> . III Конференција о минералним сировинама, њиховој експлоатацији, керамичкој и опекарској производњи, пп. 209-212, Кањижа.
29	Грујић М., <b>Ристовић И.</b> , Јацовић Ј., 2003: <i>Possibilities for the Use of Curvilinear Belt Conveyors in Coal Mines</i> . Зборник радова, XXXV Октобарско саветовање рудара и металурга, пп. 90-94, Борско Језеро.
30	<b>Ристовић И.</b> , Биндзар, П., Федорко, Г., 2006: <i>Ограничења која дефинишу простор за примену континуалних транспортних система у подземним рудницима металичних минералних сировина</i> . VII Међународни симпозијум МАРЕН 06, пп. 121-127, РГФ, Београд.



31	Грујић, М., <b>Ристовић, И.</b> , Марјановић, Д., 2006: <i>Рационализација и увођење система - аутоматског управљања у рудницима са подземном експлоатацијом угља у Србији</i> . VII Међународни симпозијум МАРЕН 06, пп. 204-211, РГФ, Београд.
32	<b>Ристовић, И.</b> , 2007.: <i>Заштита земљишта од утицаја рударских активности</i> . Заштита животне средине у индустријским подручјима, 19-20 април, пп. 131-138, Универзитет у Приштини-Факултет техничких наука Косовска Митровица, Косовска Митровица.
33	<b>Ристовић, И.</b> , Јовановић-Илић, Б., 2007.: <i>Рударство и опасан отпад у светлу наше регулативе и регулатива светских агенција за заштиту околине</i> . 15 Научно–стручни скуп са међународним учешћем о природним вредностима и заштити животне средине: Еколошка истина, ЕКОИСТ 07, Технички факултет у Бору, пп. 514-519, Соко Бања.
34	Грујић, М., <b>Ристовић, И.</b> , 2007.: <i>Могућности примене транспортних система са капсулама при изради подземних просторија</i> . III Међународни симпозијум Савремени трендови у подземној градњи, 17-18 децембар, п.п. 157-162, Београд.
35	Маленовић Николић, Ј., <b>Ристовић, И.</b> , 2008: <i>Друштвено – економски аспекти одрживог развоја енергетског рударства, индикатори животне средине и примена обновљивих извора енергије</i> . Конференција Одрживи развој и климатске промене, п.п. 99-104, 19-20. јун, Ниш.
36	<b>Ристовић, И.</b> , Федорко, Г., Хусакова, Н., Бајић, С., 2009: <i>Пројектовање транспортних система за еколошки транспорт пепела</i> . Зборник радова II саветовања са међународним учешћем Депоније пепела, шљаке и јаловине у термоелектранама и рудницима, пп. 75-83, октобар 2009, Бања Врујици.
37	Маленовић, Ј., Крстић, С., <b>Ристовић, И.</b> , 2009: <i>Индикатори у системима заштите животне средине депонија пепела и шљаке</i> . Зборник радова II саветовања са међународним учешћем Депоније пепела, шљаке и јаловине у термоелектранама и рудницима, пп. 113-120, октобар 2009, Бања Врујици
38	Борисављевић, А., <b>Ристовић, И.</b> , 2009.: <i>Екоиндустријски паркови као алтернатива у заштити животне средине од штетног утицаја индустријског отпада</i> . II Међународни симпозијум Заштита животне средине у индустријским подручјима, ФТНKM, пп. 203-209, Косовска Митровица.
39	Јакшић, М., Мићаловић, М., <b>Ристовић, И.</b> , 2009.: <i>Друштвена одговорност за нарушавање еколошке равнотеже</i> . II Међународни симпозијум Заштита животне средине у индустријским подручјима, ФТНKM, пп. 500-504, Косовска Митровица.
40	<b>Ристовић, И.</b> , Федорко, Г., Вулић, М., 2009: <i>Modelling and Monitoring the Process of the Maintenance of Auxiliary Mechanization in Lignite Open Pits</i> . 9 <sup>th</sup> International Conference RaDMI 2009, 16-19. September 2009, pp. 363-368, Vrnjačka Spa, Serbia.
41	Стојановић, М., Кулић, З., <b>Ристовић, И.</b> , 2010: <i>Preparedness And Response To Emergency Situations And Accident</i> . 10 <sup>th</sup> International Conference RaDMI 2010, pp. 1247-1251, Donji Milanovac, Serbia.
<b>M70</b>	<b>МАГИСТАРСКЕ И ДОКТОРСКЕ ТЕЗЕ</b>
<b>M71</b>	<b>ОДБРАЊЕНА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА</b>
1	<b>Ristović I.</b> , 2006: <i>Оптимизација параметара континуалних транспортних система у рудницима металичних и неметаличних минералних сировина</i> . Докторска дисертација, п.п. 180, РГФ, Београд
<b>M72</b>	<b>ОДБРАЊЕН МАГИСТАРСКИ РАД</b>
1	<b>Ristović I.</b> , 1999: <i>Истраживање показатеља ефективности рада помоћне механизације на површинским коповима лигнита</i> . Магистарска теза, РГФ, Београд
<b>M80</b>	<b>ТЕХНИЧКА И РАЗВОЈНА РЕШЕЊА</b>
<b>M81</b>	<b>НОВИ ПРОИЗВОД ИЛИ ТЕХНОЛОГИЈА</b>
1	Лилић, Н., Цвјетић, А., Колоња, Љ., Станковић, Р., <b>Ристовић, И.</b> , Томашевић, А., Јовановић, М., 2007: <b>PROTECTOR</b> – Систем за анализу сигурности и заштите на раду у рудницима. Корисник: Ј.П. Електропривреда Србије. <a href="http://www.rgf.bg.ac.rs/tr/protector.htm">http://www.rgf.bg.ac.rs/tr/protector.htm</a>



- 2 Nikolic Malenovic, J., **Ristovic, I.**, Vasovic, D.: System Modelling for Environmental Management of Mining and Energy Complex Based on the Strategy Principles of Sustainable Balanced Scorecard Method (SBSC). *Journal of Environmental Protection and Ecology*, ISSN 1311-5065, (2015), vol. 16 br. 3, str. 1082-1090  
<http://www.jepe-journal.info/journal-content/vol-16-no3>  
**Impact Factor (2014) = 0.838**
- 3 Milisavljević, V., Tošić, D., Čokorilo, V., **Ristović, I.**: *Modelling of AT Rockbolts Parameters for "Soko" Underground Coal Mine*. *Technical Gazette*, ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online) DOI Number: 10.17559/TV-20140825132622  
<http://www.tehnicki-vjesnik.com/web/public/page>  
**Impact Factor (2014) = 0,579**

**M27      УРЕЂИВАЊЕ ИСТАКНУТОГ МЕЂУНАРОНОГ НАУЧНОГ ЧАСОПИСА НА ГОДИШЊЕМ НИВОУ (ГОСТ УРЕДНИК)**

- 1 ENERGIES, ISSN 1996-1073, Special Issue "5th International Symposium on Mining and Environmental Protection". Special Issue Editor, *Guest Editor* - 13 November 2015  
[http://www.mdpi.com/journal/energies/special\\_issues/5th\\_MEP\\_conf](http://www.mdpi.com/journal/energies/special_issues/5th_MEP_conf)  
**Impact Factor: 2.072 (2014); 5-Year Impact Factor: 2.436 (2014)**

**M30      ЗБОРНИЦИ МЕЂУНАРОДНИХ СКУПОВА**

**M31      ПРЕДАВАЊЕ ПО ПОЗИВУ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ**

- 1 **Ristovic, I.**: *Mining and Environmental Protection - Experiences and Challenges*. 5<sup>th</sup> International Symposium Mining and Environmental Protection, pp. 1-8, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Center for Environmental Engineering, 10 - 13 June 2015., Vrdnik, Serbia
- 2 Dasic, P., **Ristovic, I.**, Dasic, J.: *Analysis of bibliometric indicators for category Mining & Mineral Processing for 2013 based on JCR and Scopus data*. 5<sup>th</sup> International Symposium Mining and Environmental Protection, pp. 30-39, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Center for Environmental Engineering, 10 - 13 June 2015., Vrdnik, Serbia

**M33      САОПШТЕЊЕ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ**

- 1 Medved, M., **Ristovic, I.**, Vulic, M.: *Sustainable Development of Exploitation and Use of Coal in the Countries of the EU (Slovenia) and South-Eastern Europe (Serbia)*. 24<sup>th</sup> International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems (ECOS 2011), Editors: M. Bojic N. Lior J. Petrovic G. Stefanovic V. Stefanovic, pp. 2316- 2324, ISBN: 978-1-63266-393-1, Novi Sad, Serbia 4 – 7 July 2011
- 2 Medved, M., **Ristovic, I.**, Roser, J., Vulic, M.: *Energy Optimization in the Premogovnik Velenje (Velenje Coal Mine)*. 24<sup>th</sup> International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems (ECOS 2011), Editors: M. Bojic N. Lior J. Petrovic G. Stefanovic V. Stefanovic, ISBN: 978-1-63266-393-1, Novi Sad, Serbia 4 – 7 July 2011
- 3 Milisavljević, V., **Ristović, I.**, Čokorilo, V., Lilić, N., Denić, M., 2011: *Improvement of Roadways Stability in Serbian Underground Coal Mines*. Proceedings of 4<sup>th</sup> Balkan Mining Congress, pp. 533-537, Publisher: Velenje Coal Mine, University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, 8-20 October, Ljubljana, Slovenia.
- 4 Malenović-Nikolić, J., Janačković, G., **Ristović, I.**, 2011: *Gaussian Model for Determining Immission Concentrations of Sulphur Dioxide and Selection of Measuring Locations for Thermal Power Plant Monitoring System*. Proceedings of 11th International Conference Research and Development in Mechanical Industry, RaDMI 2011, Volume 2, Publisher: SaTCIP (Scientific and Technical Center for Intellectual Property) Ltd., Serbia, pp. 775-780, 15 - 18. September 2011, Sokobanja, Serbia.

- 5 Mirakovski, D., Hadzi-Nikolova, M., **Ristovic, I.**, Despodov, Z., Panov, Z. 2011: *Modeling Of Noise Impact Assessment On The Aggregate Surface Mines*. International Symposium Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11, Editor Prof. dr Miloš Grujić, ISBN 978-86-7352-257-9, pp. 278-282, Zlatibor, 11 - 15. september 2011.
- 6 Pajić, N., Gasić, V., Samolov, A., **Ristović, I.**, 2011: *Investigation Of Radioactivity Of Soil In Different Areas In Serbia*. International Symposium Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11, Editor Prof. dr Miloš Grujić, ISBN 978-86-7352-257-9, pp. 398-402, Zlatibor, 11 - 15. september 2011.
- 7 Malenović-Nikolić, J., Janačković, G., **Ristović, I.**, 2011: *Application Of Gaussian Dispersion Model In The Selection Of Measuring Locations For Monitoring The Impact Of Nitrogen Oxides From Coal Combustion Process*. International Symposium Sustainable Development of Mining and Energy Industry ORRE '11, Editor Prof. dr Miloš Grujić, ISBN 978-86-7352-257-9, pp. 438-444, Zlatibor, 11 - 15. september 2011.
- 8 Grujić, M., **Ristović, I.**, Grujić, M., 2012: *Influence of Anchor Support of Underground Transportational Chambers on the Efficiency of the Supply of Intermediate Goods*. Proceedings of 12th International Conference Research and Development in Mechanical Industry, RaDMI 2012, Volume 2, Publisher: SaTCIP (Scientific and Technical Center for Intellectual Property) Ltd., Serbia, pp. 986-989, 13 - 17. September 2012, Vrnjacka Banja, Serbia.
- 9 Milisavljević, V., **Ristović, I.**, Čokorilo, V., 2012: *Rockbolting Installation Trial in Soko Underground Coal Mine*. Proceedings of 12th International Conference Research and Development in Mechanical Industry, RaDMI 2012, Volume 2, Publisher: SaTCIP (Scientific and Technical Center for Intellectual Property) Ltd., Serbia, pp. 1114-1118, 13 - 17. September 2012, Vrnjacka Banja, Serbia.
- 10 Beljić, Č., **Ristović, I.**, Gligorić, Z., Gluščević, B., Tomašević, A., 2013.: *Coal Production in Serbia the Social Aspects and Making Strategic Decision Support*. Proceedings of 3rd International Conference Economics and Management Based on New Technologies, Publisher: SaTCIP (Scientific and Technical Center for Intellectual Property) Ltd., Serbia, ISBN 978-86-6075-039-8, p.p. 107-110, 13-16. June 2013, Vrnjacka Banja, Serbia.
- 11 Milisavljević V., **Ristović I.**, Čokorilo V., 2013.: *Installation Trial of at Rockbolts in Štavalj Underground Coal Mine*. Proceedings of 13th International Conference Research and Development in Mechanical Industry, RaDMI 2013, ISBN 978-86-6075-041-1, Volume 1, Publisher: SaTCIP (Scientific and Technical Center for Intellectual Property) Ltd., Serbia, p.p. 862-868, 12 - 15. September 2013, Kopaonik, Serbia.
- 12 Fedorko, G., Filipovic, I., **Ristovic, I.**: *Utilization of CAD and CAE Technologies by Research of Shifting of Pipe Conveyors*. International Symposium Mining and Environmental Protection, pp. 55-63. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Center for Environmental Engineering, 10 - 13 June 2015., Vrdnik, Serbia

#### **M36 УРЕЂИВАЊЕ ЗБОРНИКА САОПШТЕЊА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА**

- 1 **EDITOR: Ivica Ristovic:** PROCEEDINGS of 5<sup>th</sup> International Symposium Mining and Environmental Protection. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Center for Environmental Engineering, 10 - 13 June 2015., Vrdnik, Serbia.  
[http://rgf.bg.ac.rs/mep/?page\\_id=59](http://rgf.bg.ac.rs/mep/?page_id=59)

#### **M50 ЧАСОПИСИ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА**

#### **M51 ВОДЕЋИ ЧАСОПИС НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА**

- 1 Грујић, М., **Ристовић, И.**, Грујић, М., 2014: *Неке могућности побољшања радне и животне средине на системима за транспорт лигнита на површинским коповима*. Енергетика, ИССН 0354-8651, бр. 1-2, Савез Енергетичара, п.п. 335-339., Златибор, 25.03-28.03. 2014.
- 2 Грујић, М., **Ристовић, И.**, Грујић, М., 2015: *Безбедносни ризици при превозу радника транспортним тракама у рудницима угља*. Енергетика, ИССН 0354-8651, бр. 1-2, Савез Енергетичара, п.п. 23-26, Златибор, 25.03-28.03. 2015.



**M52****ЧАСОПИС НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА**

- 1 **Ристовић, И.**, Грујић, М., 2013: *Међусобни утицај једноинишке допреме репроматеријала и попречног пресека подграђених подземних просторија у рудницима угља*. Подземни радови бр. 22, стр. 7-13, РГФ, ИССН 0354-2904

**M60****ЗБОРНИЦИ СКУПОВА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА****M63** **САОПШТЕЊЕ СА СКУПА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ**

- 1 Грујић, М., **Ристовић, И.**, Грујић, М., 2012: *Утврђивање параметара специјалних транспортера са високим степеном заштите животне средине за транспорт на површинским коповима*. 3 Симпозијум са међународним учешћем "РУДАРСТВО 2012", ИСБН 978-86-80809-69-4, п.п. 156-159, Златибор.

**M80****ТЕХНИЧКА И РАЗВОЈНА РЕШЕЊА****M81****НОВИ ПРОИЗВОД ИЛИ ТЕХНОЛОГИЈА**

- 1 Томашевић, А., Колоња, Б., Стевановић, Д., Кнежевић, Д., **Ристовић, И.**, Колоња, Ј., Јовановић, М., Лилић, Н., Јованчић, П., Станковић, Р.: *Програмски систем за планирање експлоатације и депоновање угља у циљу управљања квалитетом угља*

**M84****БИТНО ПОБОЉШАНА НОВА ТЕХНОЛОГИЈА**

- 1 Цвјетић, А., Глушчевић, Б., Милисављевић, В., Чокорило, В., Глигорић, З., **Ристовић, И.**, Лилић, Н., Бељић, Ч.: *Техничко решење увођења АТ висеће подграде и праћења напонско деформационих карактеристика масива*.

Табеларно је приказана сумарна структура објављених уџбеника, практикума и радова др Ивице Ристовић после избора у звање ванредног професора:

Уџбеник и практикум	Број
1. Ивица Ристовић, Милош Грујић: Шински транспорт. Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, ИСБН:978-86-7352-290-6, 2016	1
2. Миодраг Денић, Ивица Ристовић: Практикум Транспорт, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, ИСБН:978-86-6305-022-8, 2014.	1

Објављени радови	М	Број радова
Монографска студија/поглавље у књизи М11 или рад у тематском зборнику водећег међународног значаја	М13	1
Монографска студија/поглавље у књизи М12 или рад у тематском зборнику међународног значаја	М14	4
Рад у истакнутом међународном часопису	М22	2
Рад у међународном часопису	М23	3
Уређивање истакнутог међународног научног часописа на год. нивоу (гост уредник)	М27	1
Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини	М31	2
Саопштење са међународног скупа штампано у целини	М33	12
Уређивање зборника саопштења међународног научног скупа	М36	1
Рад у водећем часопису националног значаја	М51	2
Рад у часопису националног значаја	М52	1
Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини	М63	1
Нови производ или технологија уведени у производњу, признат програмски систем	М81	1
Битно побољшан постојећи производ или технологија	М84	1

### **В.3. СТРУЧНЕ ПУБЛИКАЦИЈЕ (ПРОЈЕКТИ, СТУДИЈЕ):**

#### **ПРОЈЕКТИ:**

1. Допунски рударски пројекат сепарације угља рудника “Штавал”, РГФ, Београд, август 1993.
2. Главни пројекат за изградњу постројења за чишћење угља у аутохтоној суспензији површинског копа “Потрлица”, РГФ, Београд, мај 1994.
3. Технички пројекат транспорта репроматеријала и опреме и превоза људи у јами “Источно поље” рудника мрког угља “Боговина”, РГФ, Београд, март 1996.
4. Технички пројекат надстрешнице и површинске трасе за једношинску јамску висућу железницу рудника мрког угља “Боговина”, РГФ, Београд, март 1996.
5. Технички пројекат радионице за сервисирање дизел-хидрауличне локомотиве рудника мрког угља “Боговина”, РГФ, Београд, март 1996.
6. Генерални пројекат за изградњу постројења за производњу пелет-брикета за потребе ЈП за ПЕУ Електропривреде Србије, РГФ, Београд, децембар 1996.
7. Идејни пројекат за изградњу постројења за производњу пелет-брикета у РМУ “Боговина”, РГФ, Београд, децембар 1996.
8. Машински пројекат усипног левка са затварачем за бункер у просторији ИН-1 рудника "Соко", РГФ, Београд, јули 1997.
9. Реконструкција сепарације у РМУ “Јасеновац” - Идејно решење, РГФ, Београд, јануар 1998.
10. Главни грађевински пројекат реконструкција сепарације у РМУ “Јасеновац”, РГФ Београд, април 1998.
11. Пројекат решавања проблема емисије и одлагања пепела из ТЕНТ-А Обреновац, Институт за физичку хемију, 2001.
12. Утврђивање стања загађења долине реке Ибра услед рударских активности,(I фаза) РГФ, Београд, децембар 2001.
13. Истраживање спољашњег транспорта минералних сировина са високим степеном заштите животне средине, РГФ, Београд - Словачка, април 2002.
14. Технички пројекат рекултивације спољашњег одлагалишта П.К. Костолац – Поље Кленовник, РГФ, Београд, јун 2002.
15. Технички пројекат рекултивације унутрашњег одлагалишта П.К. Костолац – Поље Кленовник, РГФ, Београд, јун 2004.
16. Главни пројекат експлоатације слабоминералне природне изворске воде из каптираног извора Бијела Чесма на златибору – СО Чајетина. Шумарски факултет, Београд, јануар 2008.
17. Хидрогеолошка истраживања у циљу утврђивања услова и могућности захватања природних минералних вода у Богојевићима – СО Ариље. Шумарски факултет, Београд, фебруар 2009.
18. Пројекат хидрогеолошких истраживања у циљу изналажења нискотемпературних геотермалних вода и утврђивања могућности њихове експлоатације за вишенаменску употребу у подручју Груда – СО Чајетина. Шумарски факултет, Београд, март 2009.
19. Катастар напуштених копова на територији АП Војводина, РГФ, Београд, 2014.
20. Главни рударски пројекат експлоатације кречњака као сировине за техничко-грађевински камен из лежишта Рготински Крш код Зајечара, РГФ, Београд, 2016.

## СТУДИЈЕ:

1. Оптимизација развоја површинских копова у басену Костолац, РГФ, Београд, март 1992.
2. Могућност механизованог откопавања угља у лежишту рудника "Штавал", РГФ, Београд, септембар 1993.
3. Могућност производње и пласмана компензационих бункера за подземну експлоатацију угља, РГФ, Београд, април 1994.
4. Увођење система анкера са двокомпонентном смешом у руднике угља са подземном експлоатацијом, РГФ, Београд, Април 1998.
5. Одређивање експлоатационих квалитета угља за снабдевање термоелектрана "Никола Тесла" у Обреновцу", РГФ, Београд, 2000.
6. Рационализација и модернизација израде и подграђивања рударских просторија у рудницама са подземном експлоатацијом, Кодел инжењеринг, Београд, 2001
7. Одређивање помоћне механизације за остварење планиране производње на површинским коповима ЕПС-а, РГФ, Београд, јануар 2003.
8. Решавање еколошких проблема насталих радом "Термоелектрана Никола Тесла А и Б", Институт за физичку хемију, јун 2003.
9. Одређивање помоћне механизације за остварење планиране производње на Површинским коповима ЕПС-а, РГФ, Београд, јануар 2003.
10. Усклађивање капацитета транспортног система за откривку П.К. Тамнава – Западно поље, РГФ Београд, септембар 2003.
11. Анализа могућих технологија за спречавање издвајања фикутивне прашине са депоније пепела и шљаке ЈП ТЕ Костолац и избор оптималног решења, РГФ, Београд – РГФ, Штип, јануар 2005.
12. Спречавање еолске ерозије пепела са депоније пепела и шљаке ТЕНТ-а наношењем слоја хемикалија, WBC, Београд, април 2006.
13. Студија дефинисања приоритета за решавање проблема заштите животне средине изазваних електроенергетским објектима напонског нивоа 110, 220 и 400 КВ-И фаза, Београд, новембар 2009.
14. Студија дефинисања приоритета за решавање проблема заштите животне средине изазваних електроенергетским објектима напонског нивоа 110, 220 и 400 КВ, Београд, децембар 2010.
15. Студија дефинисања приоритета за решавање проблема заштите животне средине у периоду 2011-2021. са акционим планом у ПД РБ Колубара, Београд, септембар 2011.
16. Идејно решење проблема одлагања чврстог отпада на санитарној депонији у Новом Пазару локација „Голо Брдо“, Косовска Митровица, јул 2013.
17. Студија изводљивости експлоатације кречњака као сировине за техничко-грађевински камен из лежишта Рготински Крш код Зајечара, РГФ, Београд, 2015.
18. Студија процене утицаја Пројекта експлоатације кречњака као сировине за техничко-грађевински камен из лежишта Рготински Крш код Зајечара РГФ, Београд 2015.

## V.4. РАДОВИ СА СЦИ ЛИСТЕ

### V.4.1. Подаци о међународним часописима са СЦИ листе који имају ИФ:

#### *Energies*

MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute)

Basel, Switzerland

ISSN 1996-1073

<http://www.mdpi.com/journal/energies>

**Podaci o časopisu**

ISSN	1996-1073
Naslov	Energies
Sk. naslov (ISI)	ENERGIES

**Rang časopisa u Journal Citation Report-u za period 1981-2014**

	2010	2011	2012	2013	2014
oblast / impact faktor	1.130	1.865	1.844	1.602	2.072
Energy & Fuels	42/79	35/81	38/81	43/83	43/89

**Rang časopisa prema PETOGODIŠNEM impact faktoru 2007-2014**

	2010	2011	2012	2013	2014
oblast / impact faktor	1.130	1.951	2.087	2.026	2.436
Energy & Fuels	47/79	36/81	39/81	41/83	42/89

**Objašnjenja**

**Zelena** vrhunski međunarodni časopis (M21); u svojoj disciplini je svrstan među prvih 30%

**Plava** istaknuti međunarodni časopis (M22); u svojoj disciplini je svrstan između prvih 30% i 50%

**Siva** međunarodni časopis (M23); Ima IF ali nije svrstan između prvih 50% u svojoj disciplini

**Kratko objašnjenje** kako se računa impact faktor možete pronaći na stranici [Često postavljana pitanja](#)

**Objašnjenja ISI lista** možete pronaći na linku [Web of Science](#)

**Klasifikacija** je napravljena prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, službeni glasnik RS, broj 38/2008 (Detaljnije informacije možete pronaći na [stranici ministarstva nauke](#))

**Opis disciplina (na engleskom)**

**Energy & Fuels** Energy & Fuels covers resources on the development, production, use, application, conversion, and management of nonrenewable (combustible) fuels (such as wood, coal, petroleum, and gas) and renewable energy sources (solar, wind, biomass, geothermal, hydroelectric). Note: Resources dealing with nuclear energy and nuclear technology appear in the NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY category.

#### *Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE)*

Balkan Environmental Association (B.EN.A.)

Sindos, Thessaloniki, Greece

ISSN 1311-5065

<http://www.jepe-journal.info/>

**Podaci o časopisu**

ISSN	1311-5065
Naslov	Journal of Environmental Protection and Ecology
Sk. naslov (ISI)	J ENVIRON PROT ECOL

**Rang časopisa u Journal Citation Report-u za period 1981-2014**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
oblast / impact faktor	0.168	0.178	0.102	0.259	0.338	0.838
Environmental Sciences	177/181	193/193	203/205	206/210	212/216	190/223

**Rang časopisa prema PETOGODIŠNEM impact faktoru 2007-2014**

	2012	2013	2014
oblast / impact faktor	0.335	0.369	0.611
Environmental Sciences	191/210	197/216	202/223

**Objašnjenja**

**Zelena** vrhunski međunarodni časopis (M21); u svojoj disciplini je svrstan među prvih 30%

**Plava** istaknuti međunarodni časopis (M22); u svojoj disciplini je svrstan između prvih 30% i 50%

**Siva** međunarodni časopis (M23); Ima IF ali nije svrstan između prvih 50% u svojoj disciplini

**Kratko objašnjenje** kako se računa impact faktor možete pronaći na stranici [Često postavljana pitanja](#)

**Objašnjenja ISI lista** možete pronaći na linku [Web of Science](#)

**Klasifikacija** je napravljena prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, službeni glasnik RS, broj 38/2008 (Detaljnije informacije možete pronaći na [stranici ministarstva nauke](#))

**Opis disciplina (na engleskom)**

**Environmental Sciences** Environmental Sciences covers resources concerning many aspects of the study of the environment, among them environmental contamination and toxicology, environmental health, environmental monitoring, environmental geology, and environmental management. This category also includes soil science and conservation, water resources research and engineering and climate change.



Vinča Institute of Nuclear Sciences  
Belgrade, Serbia

ISSN 2334-7163 (online) ISSN 0354-9836 (printed)  
<http://thermalscience.vinca.rs>

[illegible]

## Technical Gazette

University of Osijek, Technical Faculties of the Josip Juraj Strossmayer  
Osijek, Croatia

ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online)  
<http://www.tehnicki-vjesnik.com/web/public/page>

InfoStor
Ekolojije
Nasi u WOS
Pomoć
Impresum

XCR
+
-

**Podaci o časopisu**

ISSN	1330-3651
Naslov	Tehnički Vjesnik = Technical Gazette
Skr. naslov (IST)	TEH VJESNIK

**Rang časopisa u Journal Citation Report-u za period 1981-2014**

	2010	2011	2012	2013	2014
oblast / impact faktor	0.083	0.347	0.601	0.615	0.579
Engineering, Multidisciplinary	80/87	69/90	51/90	56/87	63/85

**Rang časopisa prema PETODOŠNOM impact faktoru 2007-2014**

	2013	2014
oblast / impact faktor	0.494	0.528
Engineering, Multidisciplinary	68/87	70/85

**Objašnjenja**

<b>Zelena</b>	vrhunski međunarodni časopis (M21); u svojoj disciplini je svrstan među prvih 30%
<b>Plava</b>	istaknuti međunarodni časopis (M22); u svojoj disciplini je svrstan između prvih 30% / 50%
<b>Siva</b>	međunarodni časopis (M23); ima IF ali nije svrstan između prvih 50% u svojoj disciplini
<b>Kratko objašnjenje</b>	kako se računa impact faktor možete pronaći na stranici <a href="#">info za posjetitelje</a>
<b>Objašnjenja ISI lista</b>	možete pronaći na linku <a href="#">info za posjetitelje</a>
<b>Klasifikacija</b>	je napravljen prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, Skupštini glasnik RS, broj 38/2008 (Detaljnije informacije možete pronaći na <a href="#">stranici Hrvatske nauke</a> )

**Opis discipline (na engleskom)**

Engineering, Multidisciplinary	Engineering, Multidisciplinary covers resources having a general or interdisciplinary approach to engineering. Relevant topics include computer science and mathematics in engineering, engineering education, reliability studies, and audio engineering.
--------------------------------	--

У наставку реферата су дате копије радова објављених у Међународним часописима са СЦИ-листе који имају ИФ после избора у звање ванредног професора др Ивице Ристовић:

Article

## An Overview of Two Years of Continuous Energy Optimization at the Velenje Coal Mine

Milan Medved <sup>1</sup>, Ivica Ristovic <sup>2,\*</sup>, Janez Roser <sup>3</sup> and Milivoj Vulic <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Premogovnik Velenje d.d., Velenje 3320, Slovenia; E-Mail: milan.medved@rlv.si

<sup>2</sup> Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Belgrade 11000, Serbia

<sup>3</sup> PV Invest d.o.o., Velenje 3320, Slovenia; E-Mail: janez.roser@pvinvest.si

<sup>4</sup> Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana, Ljubljana 1000, Slovenia; E-Mail: milivoj.vulic@guest.arnes.si

\* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: ivica@rgf.bg.ac.rs;  
Tel.: +381-11-3219-199; Fax: +381-11-3235-539.

Received: 12 April 2012; in revised form: 4 June 2012 / Accepted: 13 June 2012 /

Published: 20 June 2012

---

**Abstract:** The Velenje Coal Mine (VCM) is one of the largest and the most modern underground coal mines in Europe. Although the coal mining industry produces coal as an energy source, it also uses a lot of energy for its own operation and support processes. At this time of volatile energy prices and more and more strict environmental emission requirements, optimizing energy consumption plays an important role in good business performance. To track the consumption of electricity, district heating, drinking water and compressed air at the VCM a detailed energy monitoring methodology was developed and established in July 2010. The essential element of the presented monitoring system is a software application named “Central System for Regulation of Energy” (CSRE). The purpose of the CSRE is to control energy processes from a distance, take measures for economical and efficient use of energy, as well as to assist in maintenance. Such monitoring allows extensive comparisons between different energy sources consumption and enables correct measures to be taken to reduce the difference between the target and actual consumption of energy in VCM. With established real-time monitoring system, it is possible to look at mining processes and see where energy is being used inefficiently.

**Keywords:** mining; underground lignite exploitation; energy consumption; energy optimization; Central System for Regulation of Energy

---

## 1. Introduction

The Velenje Coal Mine (VCM) in Velenje (Slovenia) is one of the largest and most modern underground thick layer coal extraction mines in Europe. Mechanized extraction of coal by the use of the long wall method was developed by VCM and it is protected by a patent [1]. The process of obtaining coal, due to thick layers of lignite, which reach a peak of 160 m, is specific and can be classified as a Best Available Technology (BAT) process. The company is leading the innovation activity and has an integrated system for continuous improvement. In spite of that, the VCM is aware that today a company that is not energy efficient, cannot be commercially successful. The cost of energy consumed at the VCM is approximately 4 million Euros per year [2]. To reduce these costs we take certain measures to enable savings. In order to track the power consumption of district heating, drinking water, compressed air and electricity we began to use a monitoring system called “Central System for Regulation of Energy” (CSRE) in July 2010.

## 2. Methods

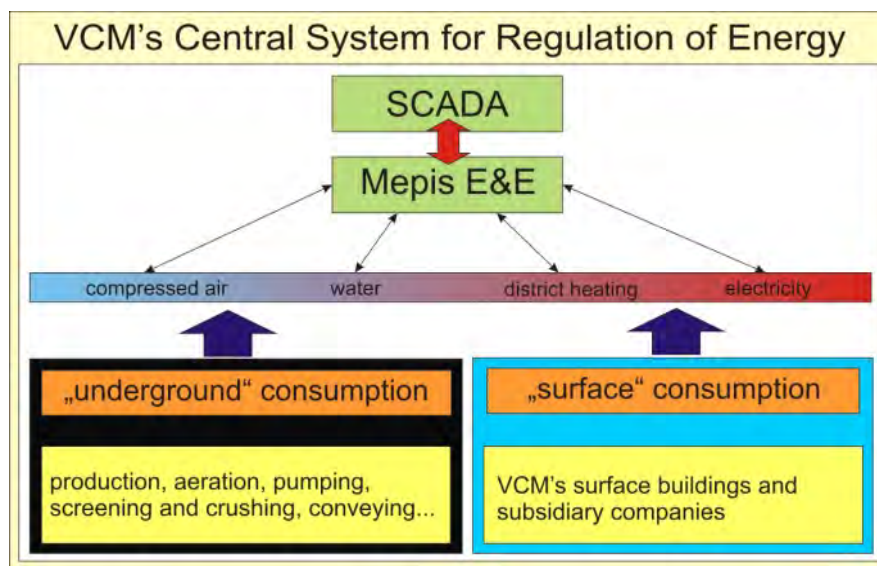
The VCM needs, beside a reliable and quality energy supply, also a suitable tool for the efficient management of energy. As [3] demonstrates, the larger and more complex the industrial process and more so when it includes different energy sources, the harder it is to control, if energy consumption is within the acceptable limits.

To meet our needs we have introduced CSRE, which enables remote monitoring, management, monitoring of the energy consumption and easy integration of additional energy systems. The CSRE software consists of a Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) [4] and a manufacturing Mepis E & E information system [5] (Figure 1). The SCADA system operates at an operational level and is used to capture the different parameters and values in several places, including remote one and further for displaying them in real time [6]. Figure 2 shows a basic graphical SCADA interface and Figure 3 the graphical interface for controlling the climate.

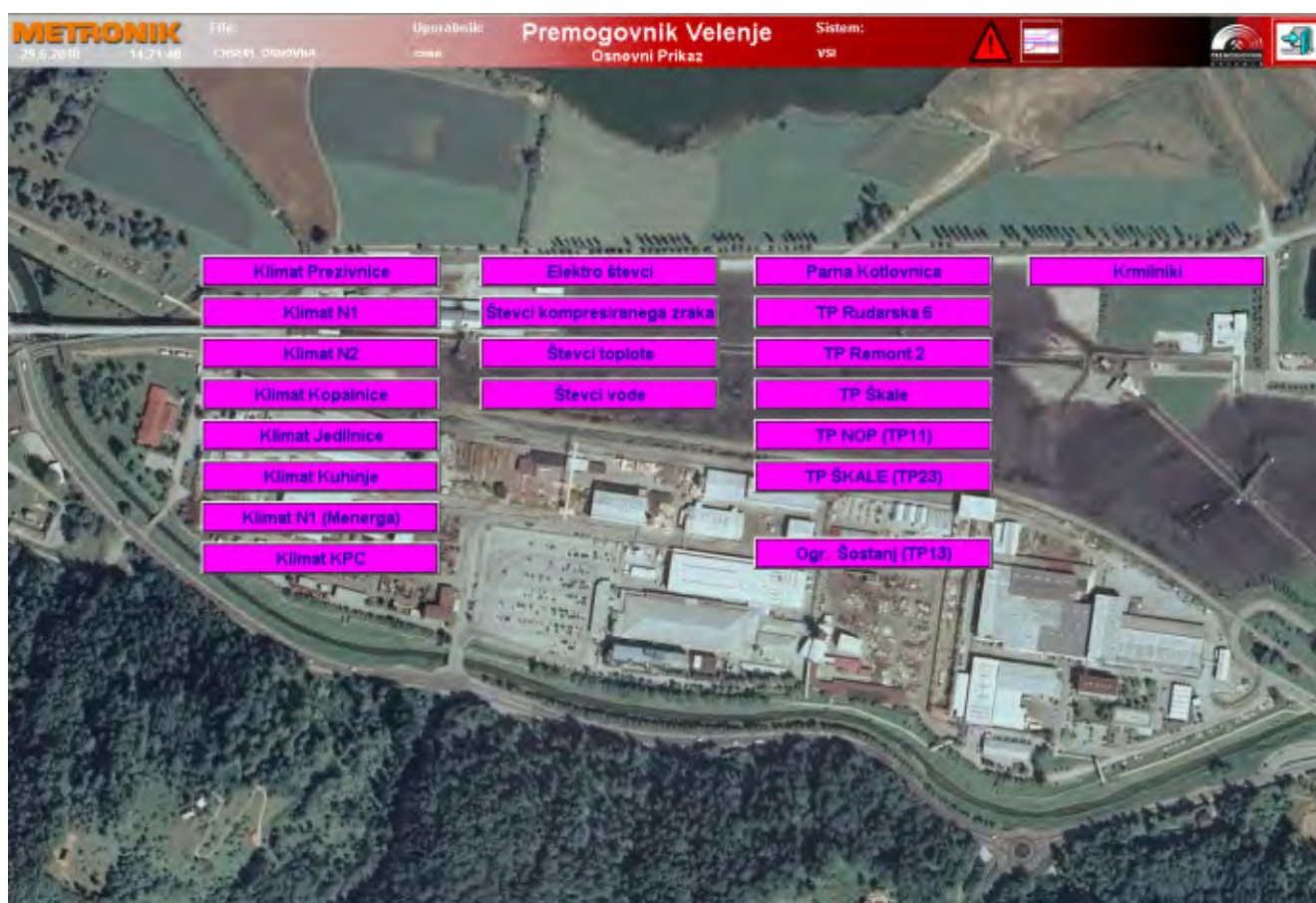
The Mepis E & E Production Information System is a modular and configurable software product that covers the following functionalities [5]:

- Operational planning and grading,
- Quality management,
- Better control over the use of energy resources ("real time" monitoring),
- Increased energy efficiency,
- Reduced environmental pollution,
- An effective tool for developing an active energy policy,
- Online Analytical Processing (OLAP) and Reporting,
- Energy savings,
- Lower costs.

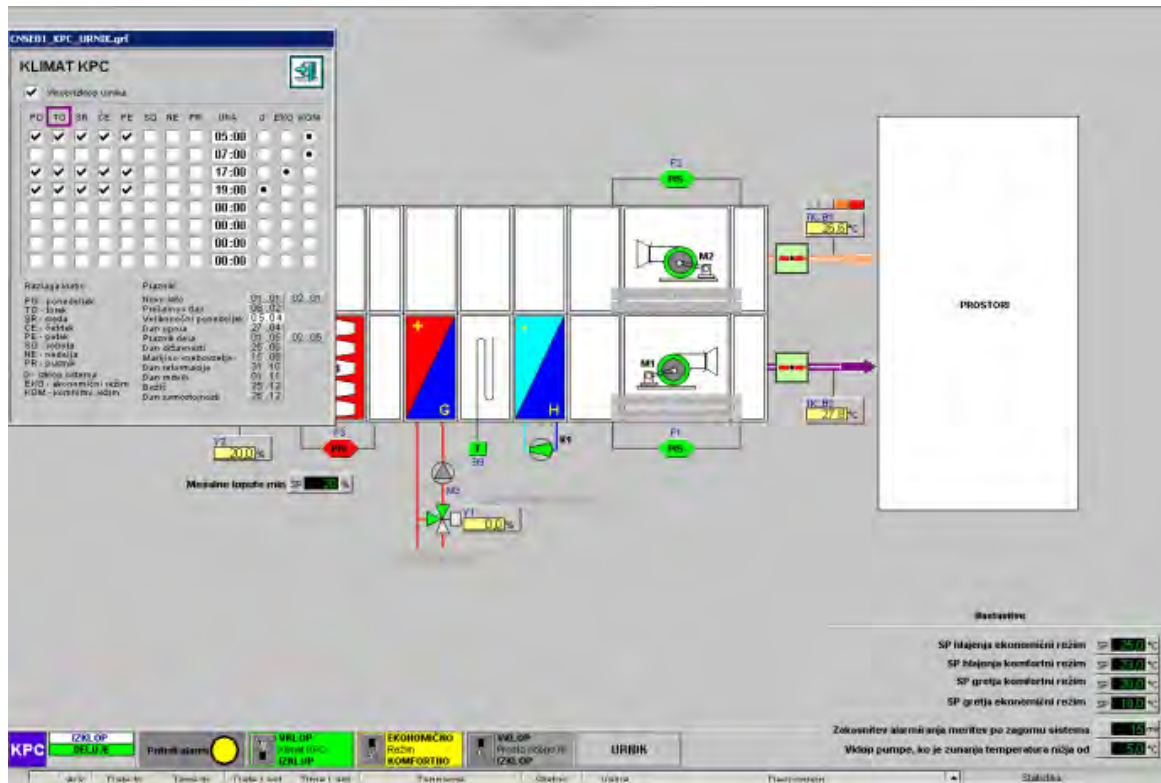
**Figure 1.** Schematic representation of CSRE structure and monitored energy sources by location and users.



**Figure 2.** Basic graphical SCADA interface of Velenje Coal Mine's CSRE system.





**Figure 3.** SCADA Real-time information about climate control in graphical form.**Figure 4** shows a basic graphical Mepis E&E interface.**Figure 4.** Basic graphical Mepis E&E interface of Velenje Coal Mine's CSRE system.

By using CSRE distribution and energy consumption can be followed every 15 min, separately for each of the technological process, as shown in Figure 1. In this manner consumption of electricity and compressed air for each location in the mine and on the surface is known, further use of drinking water in the mine (in the case of triad water supply shortfalls) and on the surface and district heat consumed are also known. The original system was connected to 154 sensors: 67 electricity meters, 18 heat meters, 61 meters for drinking water and eight meters for compressed air and then extended with 10 additional electricity meters in 2011. Mepis E & E allows the calculation and display of energy consumption for any arbitrary period of time and comparison between different parameters and consumers (Figure 5). Energy efficiency is monitored and evaluated through key performance indicators, which are calculated as the ratio of consumed quantity of appointed energy sources in the two comparative periods.

**Figure 5.** Graphical energy consumption interface in CSRE.

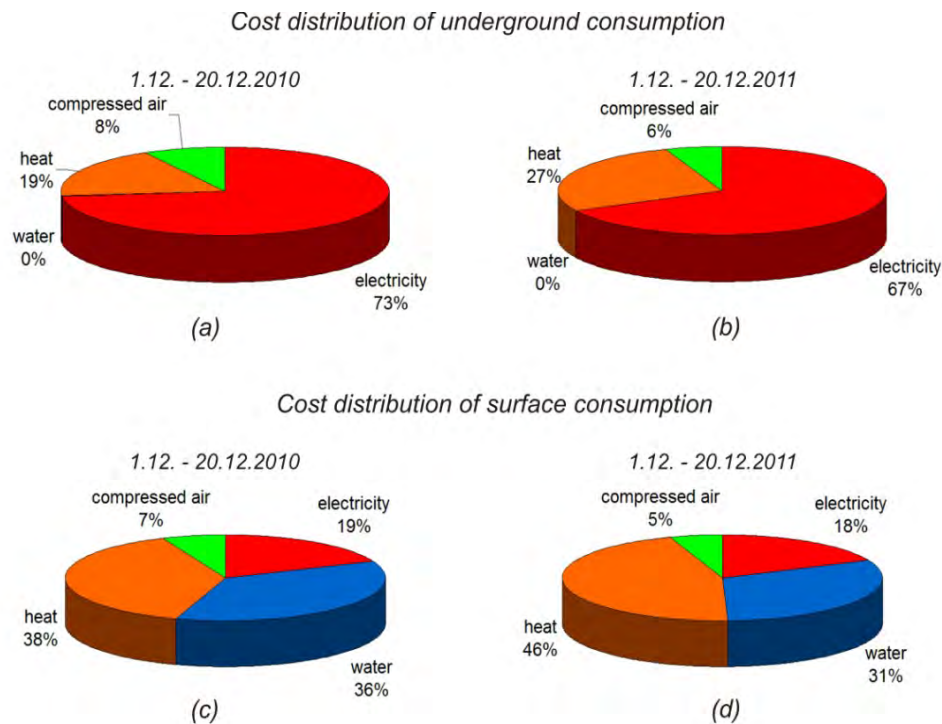


### 3. Results and Discussion

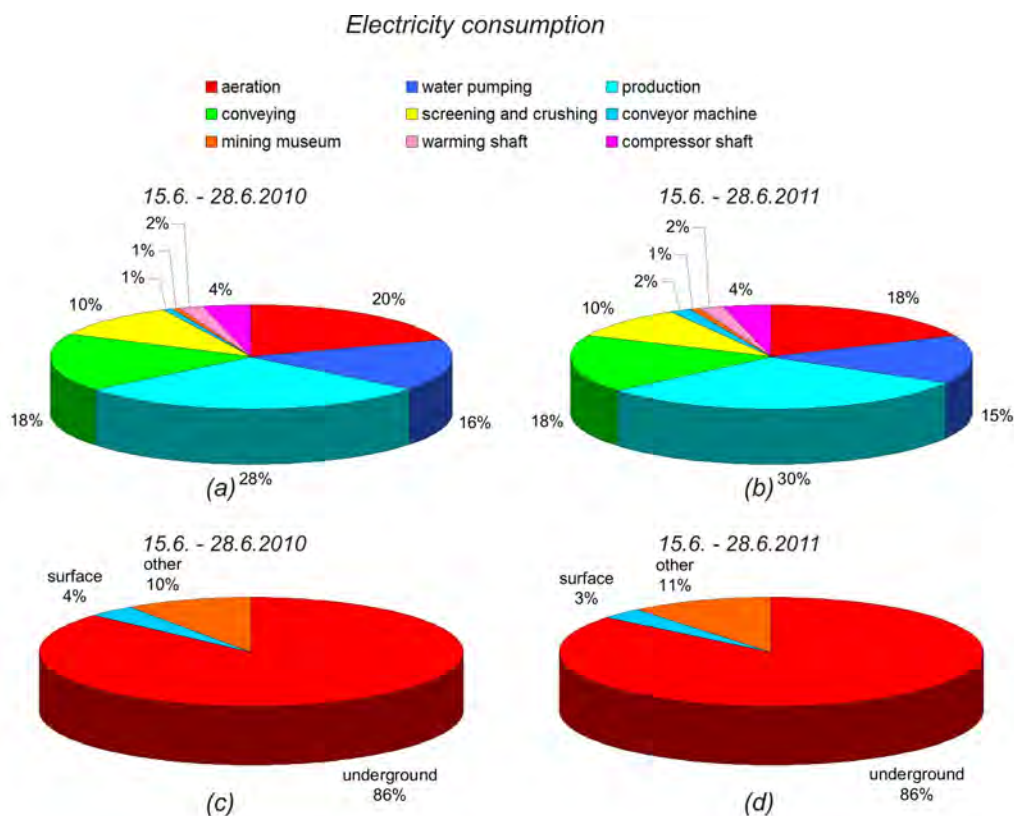
Annually the VCM uses approximately 74,000 MWh of energy for the production of coal and supporting processes [7]. Figure 6 shows the cost percentage of different energy sources depending on their spending location for the period from 1 to 20 December in the years 2010 and 2011 (underground and surface consumption).

The great advantage of the CSRE system is possibility to monitor the energy consumption by different groups of consumers. In Figures 7 and 8 are shown the electricity and heat consumption of the various consumers and various locations during the period from 15th to 28th of July and 5th to 18th of December in years 2010 and 2011, respectively.

**Figure 6.** Cost distribution of energy consumption for the period from 1 to 20 December: (a) in underground mining processes in 2010; (b) in underground mining processes in 2011; (c) on surface processes in 2010; (d) on surface processes in 2011.

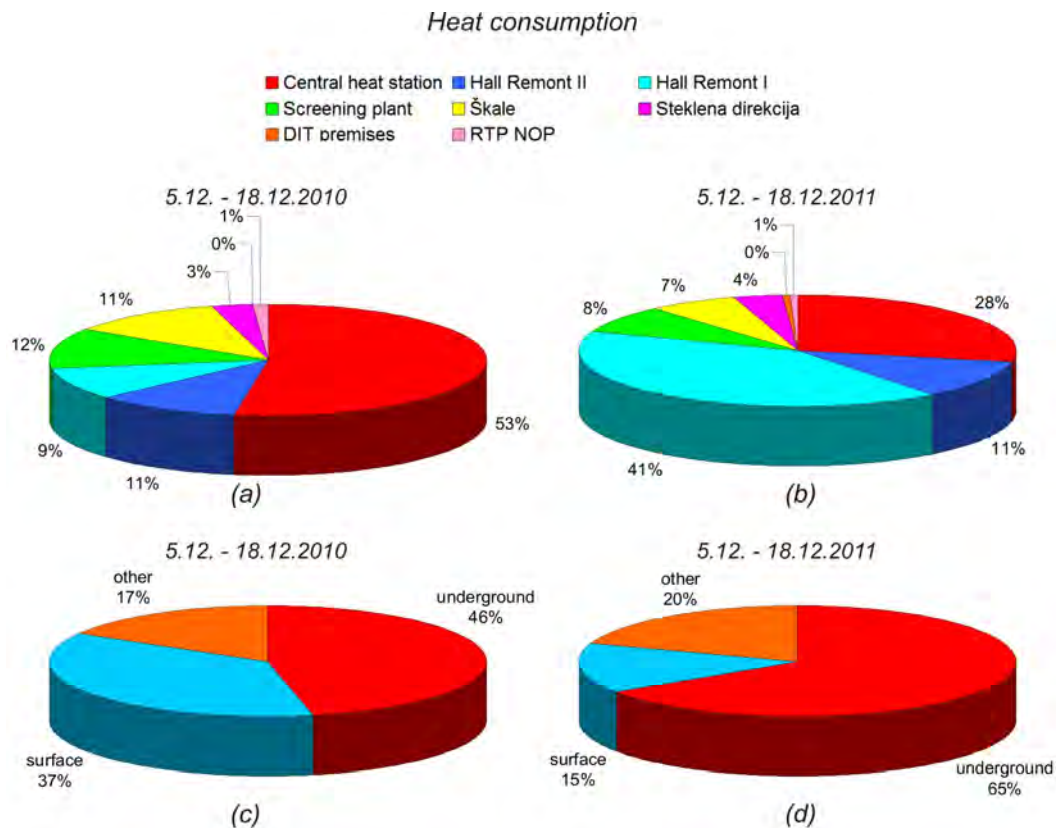


**Figure 7.** Electricity consumption distribution in VCM for the month of July: (a) by different consumers in 2010; (b) by different consumers in 2011; (c) by location in 2010; (d) by location in 2011.





**Figure 8.** District heating consumption distribution in VCM for the month of December: (a) by different consumers in 2010; (b) by different consumers in 2011; (c) by location in 2010; (d) by location in 2011.

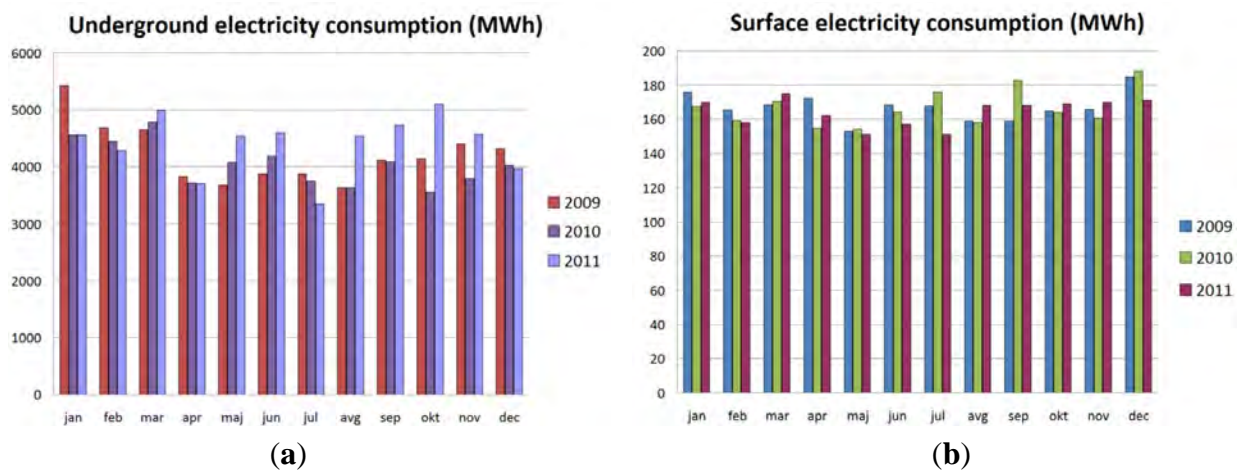


### 3.1. Electricity

Electric power represents about 70% of the cost of energy at the VCM (Figure 6). The electricity consumption in year 2009 declined by 3% in comparison to 2008, as a result of modified work schedules, some energy saving measures implemented in the building lighting field (for example, substituting electric lamps with energy saving lamps), controlling prescribed scheduling of refrigeration equipment and staff behavior. The consumption in the year 2010 decreased by another 4%. The consumption of electricity for the underground production processes is approximately 95%, and the remaining 5% is used above ground. A large part of electricity consumption is associated with the continuous aeration of the underground mine [approximately 20%; Figure 7(a,b)], which is independent of production levels. Of course, the production itself comprises the largest share of consumed electricity, which is around 30% [Figure 7(a,b)]. In 2011 the coal production increased by 1.4%. By using CSRE we identified optimal aeration settings, which involve specially modified aeration modes for the non-working days. This is reflected in lower consumption of electricity as shown on the diagram in Figure 9(a) (the modified aeration mode is operational since October 2010).



**Figure 9.** Electricity consumption in years 2009 to 2011: (a) in underground mining processes; (b) on surface processes.

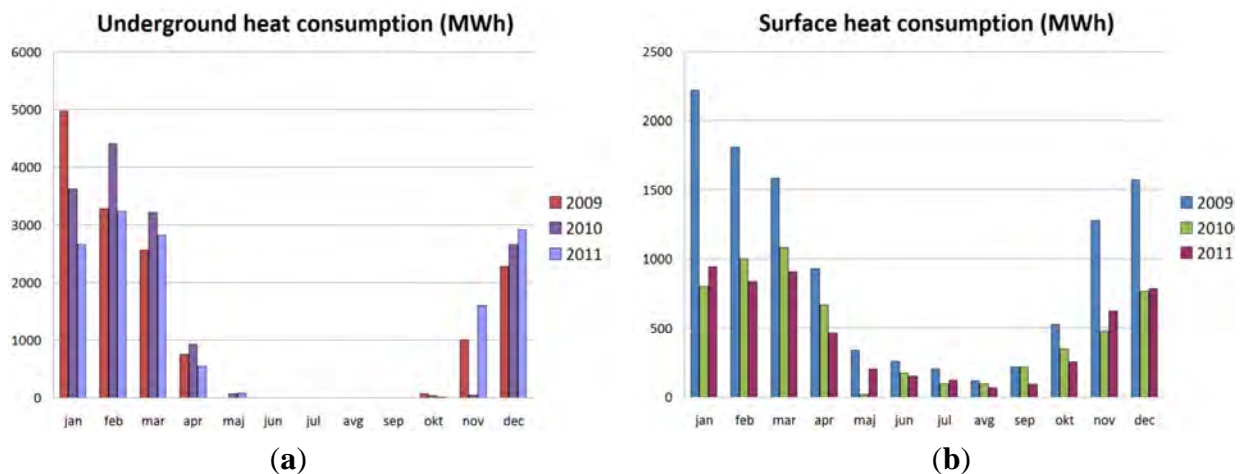


Since we use electricity for the production of compressed air, the reduction in the compressed air consumption is directly reflected in the reduced electricity consumption in 2010. On the other hand, in 2011 the consumption of compressed air increased by a quarter, which is directly reflected in the consumed electricity. Consumption of electricity on the surface is constant and depends on the number of working days [Figure 9(b)] [2].

### 3.2. District Heating

The largest consumption of district heating is for underground mine warming and thus to ensure adequate working conditions that depend on the outside environment temperatures and the preferences of users. The dynamics of heat consumption by month are shown in the diagrams in Figure 10. We saw increased heat consumption at the beginning of year (winter time), but minor in the summer, when the environmental temperatures are high. By monitoring the current consumption with the CSRE we are able to regulate the temperatures for underground mine and buildings heating as well for sanitary water heating.

**Figure 10.** Heat consumption in years 2009 to 2011: (a) in underground mining processes; (b) on surface processes.

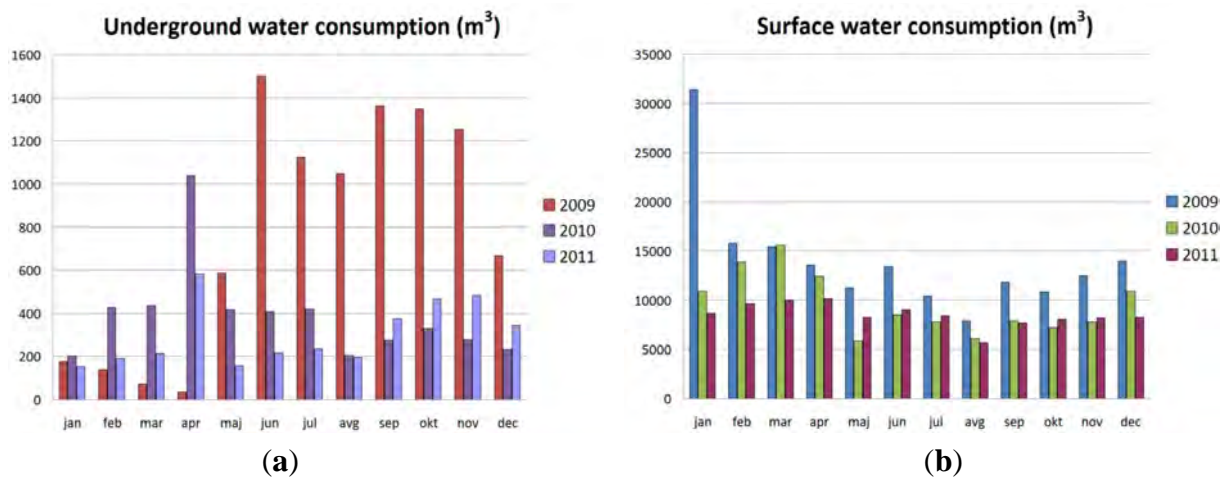


With optimal temperatures we decrease heating consumption and achieve lower heating costs, resulting in a reduction of installed power from 23 MW to 21.2 MW [8]. In 2010, in comparison to the year 2009, the reduction in heat consumption is approximately 11%. An additional 7% reduction in 2011 is mainly due to a higher than average air temperature in 2011, which was 1.2 °C higher than in 2010.

### 3.3. Drinking Water

The total VCM water consumption in 2009 was nearly 180,000 m<sup>3</sup>. In the year 2010 the consumption was reduced significantly, by about 30% compared to the prior year. The biggest impact on reduction came from the renovation of the hydrant system in May, which is evident from the diagrams in Figure 11.

**Figure 11.** Water consumption in years 2009 to 2011: (a) in underground mining processes; (b) on surface processes.

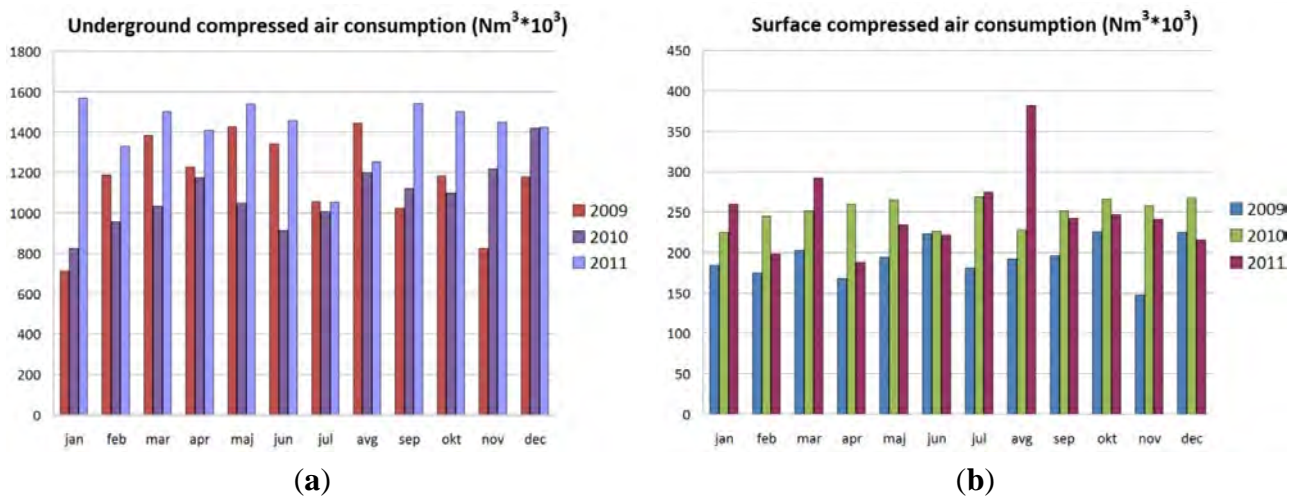


By monitoring the consumption in real-time through CSRE we are able to inform consumers about water consumption and thus influence employees to make economical use of resources. In 2011, in comparison to the year 2010, the reduction in drinking water consumption was an additional 12%. Underground water consumption in 2011 was reduced due to the regular daily checks and maintenance on the pressure reducing station. On the surface water consumption, the largest effect resulted from a bathroom renovation in January 2011.

### 3.4. Compressed Air

The consumption of compressed air in 2009 was 13% less than in 2008. The negative trend of compressed air consumption is a result of the regular maintenance work on pipelines and thus reduction of air losses. In 2010, the consumption decreased by another 2% in comparison to the year 2009. With CSRE we followed target consumption, reduced the use of compressed air in the underground mine processes and also reduced the losses on the pipeline system (Figure 12).

**Figure 12.** Compressed air consumption in years 2009 to 2011: (a) in underground mining processes; (b) on surface processes.



Unfortunately, from July 2010, the losses due to pipeline leakage increased. In 2011 additional maintenance work on the pipeline has been carried out. However, underground consumption in 2011 increased due to higher production targets and operational plans. Even though that production does not directly affect the consumption of compressed air, it is affected by the number of working days, the number of underground roadway construction sites and their daily advance and mine equipment assembling. In comparison to 2010, in 2011 the consumption of compressed air has increased by 25%.

Reviewing advances related to energy savings by applying energy monitoring methodology and software solutions it is clear that achievements are significant and that there are numerous scientific research, suggested and applied solutions for monitoring energy consumption, improvements in some mining activities and application of Best Available Technologies (BAT) for the purpose of energy consumption reduction. Some designed solutions, as well as some software solutions are generally related to specific parts of mining activities. Other solutions encompass energy consumption monitoring and energy savings in several combined mining activities. As many studies have shown, the benefits of Ventilation-On-Demand (VOD) are numerous. Most notably, implementation of a VOD system has been shown to provide a 20%–50% reduction in ventilation energy costs [9,10]. Recent studies carried out under the Deep Mine Research Programme have shown that cyclical operation of cooling and ventilation systems can lead to significant cost savings [11,12]. The Motor Challenge program promotes a “Systems Approach” rather than a “Component Approach” when evaluating projects for energy efficiency [13]. REMS Winder software is a fully automated on-site Real-Time Energy Management System (REMS) that controls electrically operated mining equipment via the SCADA system [14]. An Energy Management Information System (EMIS) is an important element of a comprehensive energy management program. It provides relevant information to key individuals and departments that enables them to improve energy performance [15].

As already mentioned, the process of obtaining coal is specific. Mechanized extraction of coal by the use of the long wall method was developed by VCM and it is patent-protected. Having in mind that this mining method is not applied in other mines in the region and in EU, comparison to other mines would not provide efficient results, because different mining activities are performed. On the other

hand, results of analyses like those presented in this paper are typically considered confidential information by the mining companies and because of that such data is difficult to obtain. Large mining companies, which are operating several mines all around the World include:

- Glencore (one of the world's leading integrated producers and marketers of commodities. Glencore has worldwide activities in its industrial operations in 33 countries);
- Xstrata (operations and projects in more than 20 countries in North America, South America, Europe, Africa and Australia)
- Rio Tinto (five principal product groups—Aluminum, Copper, Diamonds & Minerals, Energy and Iron Ore—plus two support groups: Technology & Innovation and Exploration)
- RAG Aktiengesellschaft (collieries in North Rhine-Westphalia and Saarland);
- UK Coal (Deep mines—Daw Mill colliery, Kellingley colliery, Thoresby colliery, Harworth colliery, number of surface mines in Durham, Northumberland, Shropshire and Derbyshire);
- Consol Energy Inc. (produced bituminous coal from 13 mining complexes in the United States);
- Inmet Mining Corporation (Turkey, Spain, Finland, Canada, Papua New Guinea, Panama);
- China Coal Energy Company Limited (Pingshuo Mining Area—6 open pit and underground mine, Datun Mining Area—6 mines, Liliu Mining Area, Dongpo Coal Mine, Nanliang Coal Mine), *etc.*

These are mainly producing different type of product (energy-coal, ferrous and non-ferrous) and in their annual and technical reports are providing data on global energy savings for all mines within the company, regardless to the type of the resource [16–23]. Therefore, analysis related to energy savings in these companies, could not be used for comparison to efficiency of applied solution in VCM.

#### 4. Conclusions

The presented system has proven to be effective in meeting the goals, which include the establishment of system for the review of energy consumption, for monitoring the quantity and costs of energy consumption, cost savings in energy usage, for optimizing energy use in all processes and to measure consumption by individual consumers. Key performance indicators show a constant decline in consumption of electricity, heat, drinking water and compressed air at the VCM. Because of measures taken and the effective energy management, specific energy consumption decreases each year.

In recent years, VCM has been able to reduce overall energy consumption by 8 to 10 percent by the appropriate energy efficiency and rational energy use, which would be more difficult or even impossible without establishment of the CSRE. For example, in the year 2010, after the establishment of the CSRE monitoring system, the total cost of energy consumption in VCM was approximately 20% less of the total energy cost in the year 2009. The monitoring actions resulted in efficiency improvement, a considerable reduction in energent consumption and consequently in reduction of emissions. According to 2010 energy costs in 2011 increased for 15%, but with the use of CSRE we know that this is due to increased coal production and higher energy prices in 2011.

According to a 2007 study by the U.S. Department of Energy, entitled the Mining Industry Energy Bandwidth Study [24], in which energy-saving potential of key processes in coal mining industry have

been analyzed, the estimated saving due to implementation of best practices in coal mines could save approximately 17% of the total energy consumption and furthermore with a combined energy savings from best practice investments and further Research & Development could allow for total savings of 49% of the total energy consumption of the coal mining industry. In recent years the Velenje Coal Mine has reduced energy consumption by approximately 10%, simply by appropriate energy efficiency and rational energy use. Further energy-saving opportunities exist if the current processes are improved by implementing more energy-efficient practices and by using advanced technologies. The principal advantage of the presented system is its flexibility in improvements. In the future we plan to install a module for forecasting energy consumption for the target production and also for actual weather conditions as shown in [25]. We can conclude that the CSRE is certainly quite an acquisition for the Velenje Coal Mine, but with future upgrades this system promises even more.

## Acknowledgement

This work has been supported by the Premogovnik Velenje d.d. and Ministry of Education and Science, the Republic of Serbia, Grant No. TR-33025 and TR-33039.

## References

1. Medved, M.; Golob, L.; Kotnik, A. Velenje Coal Mine (VCM) mining method and modern mechanized faces. In *Proceedings of the 3rd Balkan Mining Congress—Balkanmine*, Izmir, Turkey, 1–3 October 2009; pp. 109–117.
2. Pirnat, R. URE—Učinkovita raba energije. *Rudar* **2010**, *8*, 12–13.
3. Kallrath, J.; Pardalos, P.M.; Rebennack, S.; Scheidt, M. *Optimization in the Energy Industry*; Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, Germany, 2009.
4. Daneels, A.; Salter, W. What is SCADA? In *Proceedings of International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems*, Trieste, Italy, 4–8 October 1999.
5. MePis production information system for the food and beverage industry, 2010. Metronik Website. Available online: <http://www.metronik.si> (accessed on 17 March 2012).
6. Boyer, S.A. *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*, 2nd ed.; The International Society of Automation (ISA): Research Triangle Park, NC, USA, 1999.
7. Janežič, D. Ponovno med finalistiza Energetsko učinkovito podjetje. *Rudar* **2010**, *4*, 8.
8. Pirnat, R. Energetska učinkovitost Premogovnika Velenje. *Rudar* **2011**, *2*, 16–17.
9. Tanveer, J.; Mohamed, M. *Conspec Controls Limited: Using Gas Monitoring and Personnel/Vehicle Tracking to Maximize the Benefits of Ventilation-on-Demand in Underground Mining Operations*, 2011. Conspec Controls Limited Website. Available online: [www.conspec-controls.com](http://www.conspec-controls.com) (accessed on 8 December 2011).
10. Newtrax Technologies Inc. Website. Available online: <http://www.newtrax.com/en/> (accessed on 6 April 2011).
11. Bluhm, S.J.; Marx, W.M.; Von Glehn, F.H.; Biffi, M. *VUMA Mine Ventilation Software*; VUMA Software ADCO: Randburg, South Africa, 2001. Available online: <http://www.vuma.co.za> (accessed on 21 January 2012).

12. Von Glehn, F.H.; Wernick, B.J.; Choros, C.; Bluhm, S.J. ENVIRON: A computer program for the simulation of cooling and ventilation systems on South African mines. In *Proceedings of the Twentieth International Symposium on the Application of Computers and Mathematics in the Mineral Industries*, Johannesburg, South Africa, 1987; Volume 1.
13. Papar, R.; Szady, A.; Huffer, W.D.; Martin, V.; McKane, A. Increasing energy efficiency of mine ventilation systems, 1999. Lawrence Berkeley Laboratory Website. Available online: <http://industrial-energy.lbl.gov/> (accessed on 5 November 2011).
14. Vosloo, J.C.; Kleingeld, M.; Pelzer, R. Control of Underground Rock Winder Systems to Reduce Electricity Costs on Gold Mines, 2006. Cape Peninsula University of Technology Website. Available online: <http://timetable.cput.ac.za> (accessed on 5 November 2011).
15. Hooke, J.H.; Landry, B.J.; Hart, D. Energy management information system, 2009. Natural Resources Canada Website. Available online: <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/industrial/EMIS/8569> (accessed on 14 May 2012).
16. Glencore International plc. Website. Available online: <http://www.glencore.com> (accessed on 14 May 2012).
17. Xstrata plc. Website. Available online: <http://www.xstrata.com> (accessed on 14 May 2012).
18. Rio Tinto Website. Available online: <http://www.riotinto.com> (accessed on 14 May 2012).
19. RAG Aktiengesellschaft Website. Available online: <http://www.rag.de> (accessed on 15 May 2012).
20. UK Coal Website. Available online: <http://www.ukcoal.com> (accessed on 15 May 2012).
21. CONSOL Energy Inc. Website. Available online: <http://www.consolenergy.com> (accessed on 15 May 2012).
22. INMET Mining Corporation Website. Available online: <http://www.inmetmining.com> (accessed on 16 May 2012).
23. China Coal Energy Company Ltd. Website. Available online: <http://www.chinacoalenergy.com/n753578/n753593/index.html> (accessed on 16 May 2012).
24. BSC, Inc. Website. *Mining Industry Energy Bandwidth Study*; Technical Report; U.S. Department of Energy: Washington, DC, USA, 2007.
25. Benedik, T.; Torkar, J.; Bajrić, S.; Zajšek, B.; Žun, I. Upravljanje daljinskih energetske sistemov—District heating system management. In *Proceedings of International Conference on District Energy 2009*, Portorož, Slovenia, 22–24 March 2009.



## **SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT MODEL – CASE STUDY: NOVI PAZAR**

G. STEFANOVIC<sup>a</sup>, H. SKRIJELJ<sup>b</sup>, I. RISTOVIC<sup>c</sup>, B. MILUTINOVIC<sup>d\*</sup>,  
O. MILOSEVIC<sup>e</sup>, S. POPOVIC<sup>f</sup>

<sup>a</sup>*Faculty of Mechanical Engineering, University of Nis, Nis, Serbia*

<sup>b</sup>*Public Utility Company, Novi Pazar, Serbia*

<sup>c</sup>*Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*

<sup>d</sup>*College of Applied Technical Sciences Nis, 20 Aleksandra Medvedeva Street, Nis, Serbia*

*E-mail: bimilutinovic@gmail.com*

<sup>e</sup>*ED Jugoistok, Nis, Serbia*

<sup>f</sup>*Public Utility Company, Nis, Serbia*

**Abstract.** Sustainable waste management started to be implemented in Serbia in 2009. Before that, waste management was reduced to a collection and disposal of waste in unsanitary landfill. The situation is similar in the municipality of Novi Pazar. The landfill, which was built with the intention of being a sanitary landfill, has lost that status. Instead, it has become a risk to human health and the environment. At the same time, each year a new amount of waste is generated and disposed of without any plan. On the other hand, questions arise about the optimisation of waste disposal costs and its more efficient use. This paper describes the current status of waste management, the amount of waste generated and its composition. Special attention is given to the existing landfill. Based on the data analysis, an advanced waste management model is made to include the existing legislation, the economic feasibility and sustainable development principles. It is shown that with an integrated waste management which includes landfill mining and sorting of old and new generated waste is possible to reduce both the amount of disposed waste and negative impact to the environment and achieve economic profit through material recovery.

*Keywords:* waste, sustainable development, landfill mining.

## **AIMS AND BACKGROUND**

The purpose of the study was to demonstrate the benefits of integrated waste management planning and the possibility of utilisation of waste from the landfill.

The latest insights into the state of resources on the planet lead us to the conclusion that the waste must be viewed not only as an environmental pollutant but also as a raw material. In fact, the broadest perspective directs us toward the waste management system (WMS) that uses the principle of sustainable development which involves the prevention of waste, conservation and recovery of resources,

---

\* For correspondence.

along with attempts to find a system that best suits society, economy and environmental protection.

The negative impact of non-sanitary landfills on environment is through air, water and soil pollution. This effect can be so big to cause ripple effect that leads to 'an environment modified by municipal waste deposition activities generated distress to life forms'<sup>1</sup>. A particular problem is the pollution of groundwater due to the complexity of the detection of pollution and its treatment. All these negative effects through synergistic blend greatly impact on human health. Particles of hazardous materials moving through the soil and can occur even in groundwater. Sidjimov and Spassov presented<sup>2</sup> the way VOCs contamination from the landfill to the groundwater.

Recently, a new topic has been imposed, and it concerns extracting valuable components from already deposited waste – landfill mining. It must be said that there are several reasons for landfill excavation/mining as well as the remediation of landfills for local emissions prevention, creation of a new volume in an existing landfill, release of space for new infrastructure, and usage of recyclable materials<sup>3</sup>. Mining from landfills has more unknowns that can cause problems. Baas et al.<sup>4</sup> emphasised 4 main types of uncertainties related to landfill mining projects: waste composition of landfills, efficiency of materials processing technologies, markets for materials recovered from landfills and environmental and health risks from excavating landfills. In previous years all types of waste such as metal, glass, paper, textiles, food waste, industrial and hazardous waste were disposed of in landfills. Data on the composition and quantity of these substances are still unavailable. One of the ways to obtain these data is the test excavations or drillings into the landfill body<sup>5</sup>. In old landfills, most of the waste which can be exploited is metal waste, while the utilisation of the organic part of the waste (paper, cardboard, food and yard waste, wood and plastics) is possible in the form of fuel. There are studies that deal with non-fuel oriented technologies. It has been proven that the finest fraction of waste in old landfills can be used as the covering material for the landfill which can reduce the cost of landfill management<sup>6</sup>. In the new landfills it is possible to extract construction material, combustibles, non-ferrous and ferrous metals, and plastics.

The research led by T. Kartineer et al.<sup>7</sup> has shown that the landfills aged between 5–10 years have a net calorific value of combustible part of up to approximately 20 MJ/kg dry matters. At the same time, the results show that by manual sorting the available part for the production of fuel can be up to 40–45% (w/w) while by the mechanical treatment the availability decreases up to 30% (w/w). Unfortunately, only a few of these landfill mining initiatives have stressed resource recovery and even fewer have used an integrated approach to solve a local issue and at the same time extract recyclable materials from the landfill<sup>8</sup>.

This paper presents the state of waste management in Novi Pazar, a local community in Serbia. Waste has been disposed for 13 years in a landfill that is dysfunctional. As such, the landfill is a source of danger to human health and the environment, and needs to be closed. The closure of the landfill should be done with all the technical and technological measures to reduce the negative impact to environment (insulation of the bottom of the landfill, covering the landfill body, etc.). However, the question arises whether it is possible to extract from the body of the landfill and reuse some of the recyclable materials that have been deposited. This would reduce the volume of waste and make some recyclable materials reusable. With regard to the plan for building a center for waste separation, the proposal of an integrated waste management that contains advanced waste management principles to the gradual closure of the existing landfill remediation with the partial extraction of raw materials is given.

## EXPERIMENTAL

In order to start building a sustainable waste management system on the territory of a local community one needs to collect data and provide the necessary information: basic information, priority objectives for waste management and instruments for reaching the proposed objectives.

*Description of current waste management.* Waste generated in the municipality of Novi Pazar is disposed of in the landfill Golo Brdo, which is 25 km away from the town. Golo Brdo landfill covers an area of 3 ha and has a capacity of 2 900 850 m<sup>3</sup>. Although designed as a sanitary landfill, due to unfinished construction works, the landfill Golo Brdo operates as an open non-sanitary landfill used for the disposal of all sorts of waste collected in Novi Pazar and surrounding municipalities, Tutin and Ribaric. Great danger to humans and the environment are constant fires that occur because of inappropriate waste disposal. Nikolaou<sup>9</sup> research has shown that during the landfill fire, the release of a large number of pollutants is extremely harmful to human health. Residents who gravitate towards this location have a very negative attitude toward it and they have requested the relocation of the landfill.

The limited capacity of the Public Utility Company (PUC) and irresponsible behavior of waste generators, often lead to illegal disposal, so there are a lot of open dumps on the entire territory. Sorting waste at the city level is not implemented. The capacity of the recycling industry is small.

*Estimated waste quantities.* The quantities of generated waste have been recorded in the last few years by PUC. Table 1 shows the quantity of waste disposed of in the landfill Golo Brdo in the period from 2000 to 2012.

**Table 1.** Quantities of disposed waste in the landfill Golo Brdo in the period 2000–2012

Year	2000– 2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Vol- ume of disposed waste (m <sup>3</sup> )	219000	60000	65000	68000	70000	73000	74000	72000	77000	778000
Weight of disposed waste (t)	102930	28200	30550	31960	32900	34310	34780	33840	36190	365660

Source: Analysis of the production of waste and recycling model in Southwest Serbia.

*Waste composition.* The composition of waste is monitored during a period of time, but it is not accompanied by all factions according to the principles of the EU. Fraction ‘other waste’ contains organic waste. Table 2 shows the composition of waste in the municipality of Novi Pazar as estimated by the PUC.

**Table 2.** Composition of municipal waste

Waste fraction	Bulky waste	Paper/ Cardb.	Plastic	Tex- tile/ leather	Electr. waste	Glass	Wood	Metal	Other waste	Total
%	2	12	10	4	1	3	4	5	59	100
Estimated quan- tity – 2012 (t)	723	4343	3619	1448	362	1086	1448	1809	21352	36190

Source: Analysis of the production of waste and recycling model in Southwest Serbia.

Based on the presented composition of the waste it is possible to make an assessment of amount of certain recyclable materials found in the waste that is collected in the municipality. Table 2 shows the estimated quantities of certain waste fractions for 2012.

The city does not implement any sorting of waste. Education about environmental protection and the importance of waste separation and recycling is carried out on a small scale. Hazardous waste is not separated from other waste. In the city there are textile, wood and food industry that generate significant amounts of industrial and hazardous waste. Also, the municipal waste comes from households; there are significant amounts of hazardous waste (batteries, pharmaceuticals, paints, varnishes, protecting agricultural chemicals). It is necessary to carry out the education of the population and decision makers on hazardous waste that is either in homes or in public companies.

*Priority objectives for waste management.* Taking into account the increase in population from year to year, with a growth rate of 0.9%, it can be expected that

the amount of generated waste will increase. Due to the existing landfill and landfill legislation, Golo Brdo needs to close in the near future. Thus arises the question of solving the problem of waste management. It is logical to expect that the solution leads to the development and introduction of the improved waste management system, which would in itself integrate all aspects of environmental protection and sustainable development. The content of the waste is shown in Table 2, which indicates the possibility of utilisation of secondary raw materials. In addition to metals, paper and plastics, attention should be paid to the fraction containing organic waste. This fraction has major positive features as well as a big negative impact on the environment at the same time. Classification of waste as either primary or secondary is one of the conditions for the use of these materials.

*Instruments for reaching the proposed objectives.* The process of closing the landfill involves a number of activities, out of which the most important are finding new space for the landfill as well as reducing the amount of waste that is disposed of in the existing one. The initiative for the construction of the secondary waste separation center is also of importance. It is anticipated that the capacity of the system is 5 t/h.

## RESULTS AND DISCUSSION

The proposed improved waste management model is made on the basis of the current situation in the field of legislation and obligations and the principles of sustainable development. The model consists of three phases: closing the existing landfill, developing an integrated system for sorting and recycling of waste on the territory of the municipality and opening a new sanitary landfill. The aim of the first two phases is to bring the existing waste management system into the state of ecological balance until the conditions are created for the opening of a new sanitary landfill.

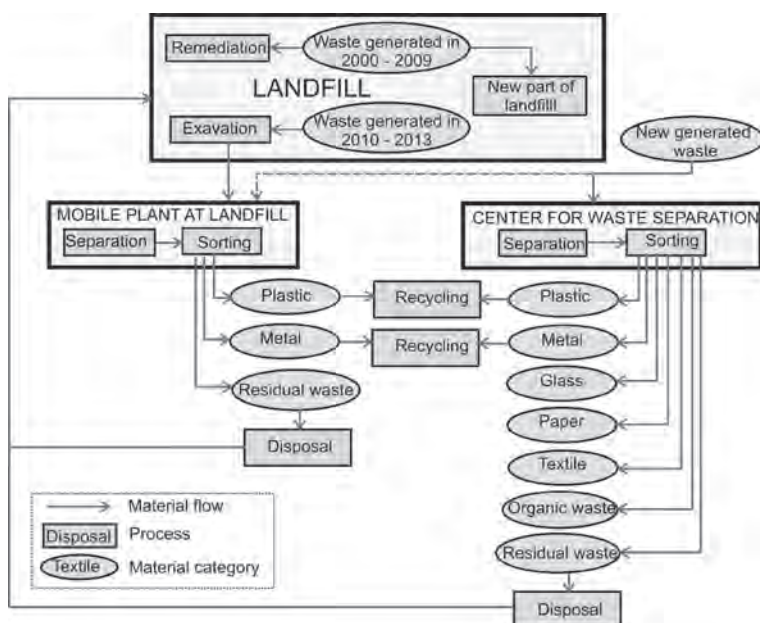
The first phase of the model consists of the rehabilitation of the landfill into a sanitary landfill, its successive closure and remediation. The process of rehabilitation would start from the first, and move to the upper floors. First of all, the waste would be excavated and temporarily displaced to a higher floor. The open landfill body would be examined, remediation would be performed and thereafter the body of the first floor would be covered with a suitable insulator. Waste would be returned to thus prepared floor and it would also be filled with waste from the second floor or new waste until its completion and closure. The same principle should be applied to the other floors. A particular problem in an existing landfill is leachate. Therefore, in the first phase the local stream would be displaced in order not to pass through the landfill, and atmospheric precipitation would be collected around the perimeter of the landfill. During the rehabilitation, the landfill drainage system would be progressively placed and connected with a renewed pool of leachate. To avoid pollution with new disposed waste during rehabilitation of

individual floors, especially the first, it is necessary to prepare a new appropriate site for the waste disposal, near the existing landfill. The location of the new site should be properly prepared, with the capacity for waste generated during the remediation of the first and second floors. This would enable the rehabilitation of the entire landfill into a sanitary landfill, and the terrain will be permanently isolated from pollution.

Parallel with the process of rehabilitation of the landfill Golo Brdo, an integrated system for sorting and recycling of waste would be established – the second phase, based on the sorting of new waste (which is generated daily) and the sorting of the waste disposed of in the landfill (landfill mining) (Fig. 1). Therefore, the second phase of the sustainable waste management model is the construction of a center for waste separation (CWS) and the system for waste separation at the landfill (WSL). The capacity of the CWS was determined based on the generated waste quantity and composition. The center would be placed in a location that is near to the waste generators. CWS would have at least two functions: maximum utilisation of raw materials from waste and minimisation of disposed waste. The task of WSL is to extract the greatest possible amount of raw materials from the landfill, reduce the amount of disposed waste and make financial benefits. Integrated waste management system (SWS and WSL) involves separation of plastic and metal for recycling compost production from CWS and the deposition of residual waste on the rehabilitated landfill. These actions would reduce the waste transportation costs to the final disposal and at the same time extend the life of the existing landfill. In order to achieve a sustainable waste management system in the long term, the capacity of facilities at CWS and WSL are in mutual dependence, relying on the amount of waste generated and the decisions which amount of waste in the landfill can be used. Figure 1 shows that some of the waste collected goes to CWS, and the second part of the fresh waste (smaller) is sent to WSL. After the utilisation of the old waste and landfill closure, a complete separation plant would be located next to CWS in order to increase their total capacity.

The composition of generated waste that is sent to the landfill is shown in Table 2. During landfilling this composition changes. At this point an accurate assessment can not be done, but because of the addition of inert materials, the percentage of certain fractions is lower. From mixed waste with transformed organic fraction, plastic, metal and glass can be separated. If necessary, waste tires can be separated. Having reviewed the situation on the site it can be concluded that a certain waste fraction disposed of in the period 2010–2013 can be extracted from the landfill. Based on the waste composition presented in Table 2 the quantities of certain waste fractions that were generated and disposed of in the period 2011–2013 and 2010–2013 were evaluated. Estimated values are shown in Table 3.





**Fig. 1.** Scheme of an integrated system for waste sorting and recycling on the territory of Novi Pazar

**Table 3.** Estimated quantities of raw materials that can be obtained from the landfill

Waste fraction	Percentage (%)	Quantity (t)	
		2011–2013	2010–2013
Plastic	10	10803.00	14281.00
Electronic waste	1	1080.30	1428.10
Metal	5	5401.50	7140.50
Other waste	59	63737.70	84257.90
Paper/cardboard	12	12963.60	17137.20
Textile/leather	4	4321.20	5712.40
Wood	4	4321.20	5712.40
Bulky waste	2	2160.60	2856.20
Glass	3	3240.90	4284.30
Total	100	108030.00	142810.00

Residual waste contains, apart from ‘other waste’, paper, cardboard, textile, leather, wood, bulky waste and glass. Depending on the needs, the rest could be used either as a fuel, for composting or the covering of the landfill. It is necessary to first estimate heat capacity, moisture and content of hazardous waste.

The third phase involves the construction of a new sanitary landfill that should be performed in line with the legal regulations and the principles of sustainable development.

## CONCLUSIONS

Modern ways of waste management include an integrated approach to solving the problem of waste which involves the best available techniques, new law regulation and principles of sustainable development.

The proposed model of sustainable waste management involves closing the existing landfill, which is unacceptable from the perspective of sustainable development, remediation and returning to an acceptable state of the landfill surface, developing an integrated system for sorting and recycling of waste as well as opening a new, sustainable landfill. An integrated system for sorting and recycling of waste allows the extraction of useful materials from both fresh and deposited waste, reducing the volume of disposed waste and thus increasing the life of the existing and future landfills, improving the quality of the environment and the welfare of the people through job creation. The main part which can be extracted from the waste by landfill mining is metal. The residual waste can be used either as a fuel or inert material depends on its calorific value, humidity and hazardous waste content.

## REFERENCES

1. C. ZAHARIA, M. SURPTEANU, M. MACOVEANU: Assessment of Environmental Impact Generated by Municipal Waste Deposition into a Romanian Landfill. *J Environ Prot Ecol*, **8** (2), 332 (2007).
2. M. SIDJIMOV, A. SPASSOV: Hygienic Investigation of Soil Pollution with Volatile Organic Compounds in a Municipal Landfill Area. *J Environ Prot Ecol*, **6** (3), 631 (2005).
3. R. GOESCHL: System, Technology and Experience of 17 mio m<sup>3</sup> of Landfill Mining Projects. In: *Urban Mining: A Global Cycle Approach to Resource Recovery from Solid Waste*. Cisa Publisher, Padova, Italy, 2012.
4. L. BAAS, J. KROOK, M. EKLUND, N. SVENSSON: Industrial Ecology Looks at Landfills from Another Perspective. *Reg Develop Dialogue*, **31** (2), 169 (2010).
5. J. KROOK, N. SVENSSON, M. EKLUND: Landfill Mining: A Critical Review of Two Decades of Research. *Waste Manage*, **32** (3), 513 (2012).
6. S. MASI, D. CANIANI, E. GRIECO, D. S. LIOI, I. M. MANCINI: Assessment of the Possible Reuse of MSW Coming from Landfill Mining of Old Open Dumpsites. *Waste Manage*, **34** (3), 702 (2014).
7. T. KAARTINEN, K. SORMUNEN, J. RINTALA: Case Study on Sampling, Processing and Characterization of Landfilled Municipal Solid Waste in the View of Landfill Mining. *J Cleaner Production*, **55**, 56 (2013).
8. P. FRÄNDEGÅRD, J. KROOK, N. SVENSSON, M. EKLUND: A Novel Approach for Environmental Evaluation of Landfill Mining. *J Cleaner Production*, **55**, 24 (2013).
9. K. NIKOLAOU: Environmental Management and Landfill Fire Accidents. *J Environ Prot Ecol*, **9** (4), 830 (2008).

*Received 12 May 2014*

*Revised 19 July 2014*

## **SYSTEM MODELLING FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF MINING AND ENERGY COMPLEX BASED ON THE STRATEGY PRINCIPLES OF SUSTAINABLE BALANCED SCORECARD METHOD (SBSC)**

J. M. NIKOLIC<sup>a</sup>, I. RISTOVIC<sup>b</sup>, D. VASOVIC<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>*Faculty of Occupational Safety in Nis, University of Nis, 10a Carnojevica Street, 18 000 Nis, Serbia*

<sup>b</sup>*Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, 7 Dusiina Street, 11 000 Belgrade, Serbia*

*E-mail: djnvasovic@gmail.com*

**Abstract.** System modelling for environmental management of mining and energy complex, based on the analysis of the consequences of exploitation and coal combustion, is a prerequisite for the reduction of cross-border pollution and preserving the quality of air, water and soil. This paper analyses the impact of air pollution by the energy complex 'TE Kostolac' from the Republic of Serbia. Analytical hierarchical method is used for ranking the aspects of air quality in relation to: failures in organisation of the protection system, the lack of financial resources for the implementation of standard measures of precautions and reactions of environmental organisations. Paper considers the influence of surface mines and power plants on: quality of the air environment, employees, stakeholders and financial situation in the event of a hazardous situation. We ranked the scores of consequences of the surface mines and power plants operations as the basis for the application of multi-criteria decision-making in the process of solving high priority problems of air environment pollution. The results of the analysis of impact of power plants on ambient air quality and calculation of weighted coefficients form the basis for the application of balanced scorecard method. Systematic approach to environmental management planning for mining and energy complex, based on the application of AHP method in combination with BSC method, provides an opportunity for a more realistic view of the situation and mitigates the subjective attitudes in decision-making. The paper used a clear strategy of Sustainable balanced scorecard method (SBSC). Environmental management procedure in the energy complex is based on the partial method and the method of shared services. Proposal of protection measures and the development of strategies to protect the environment contribute to better international cooperation and reducing the level of cross-border air pollution. Realisation of presented solutions depends on the financial possibilities of mining and energy complex and the willingness of management to take significant steps in solving environmental problems, implementing the principle of sustainable development and improving the environmental safety of cross-border regions.

**Keywords:** protection models, management, SBSC, mining and energy complexes.

---

\* For correspondence.

## AIMS AND BACKGROUND

Within the overall primary energy consumption in Serbia (by energy source), fossil fuels are prevalent. Reports on the state of the environment in Serbia indicate that thermal power stations are the dominant sources of air pollution. This paper considers the impact of the mining and energy complex in Kostolac, which incorporates three surface mines (Cirikovac, Klenovik, and Drmno) and two thermal power stations (TE 'Kostolac A' (100 MW) and TE 'Kostolac B' (2×348.5 MW)) (Ref. 1).

Based on the Reports on Emission Values it can be concluded that the smoke channels of thermal stations TE 'Kostolac A', Block 1, Boiler 1; TE 'Kostolac A', Block 1, Boiler 2; TE 'Kostolac A', Block 2; TE 'Kostolac B', Block 1; and TE 'Kostolac B', Block 2 have higher sulphur dioxide mass concentration values than the emission limit value (ELV) and that values in excess of the ELV for solid particulates is often registered<sup>2</sup>.

Improvement of the environmental management system in the 'Kostolac' mining and energy complex should be aimed toward enhancing the level of control efficiency, introducing modern safety measures, and reducing the possibility of cross-border propagation of air pollution. Objective assessment of the effects of coal exploitation and combustion are required<sup>3,4</sup>. Use of a multi-criteria approach to decision-making and implementation of advanced management strategies forms a basis for the realisation of the adopted environmental policy for mining and energy complexes<sup>5</sup>.

## RESULTS AND DISCUSSION

### ANALYTIC HIERARCHY PROCESS IN THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM OF MINING AND ENERGY COMPLEXES

Management of environmental systems based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) increases the level of objectivity and reduced personal views to a minimum. Thomas Saaty developed the concept of this model in 1978 (Ref. 6). It includes a definition of hierarchy, selection of elements (criteria, sub-criteria, and attributes), comparison of significance of all same-level elements in relation to priorities (higher-level elements), calculation of weight coefficients, and creation of a list of priorities.

A modern environmental management system (EMS) requires the identification of environmental aspects and causes of air pollution. The assessed environmental aspects are the effects of surface mining of coal (dust dispersal from surface mine slopes – E1; dust and exhaust emission during the operation of mining and transport machinery – E2; coal dust dispersal from access and transport roads – E3; and emission of gases from spontaneous coal combustion – E4) and of coal combustion (incomplete coal combustion – E1; irregular filter replacement – E2;



exceeded pollutant ELVs – E3; and improper disposal of ash and slag – E4). The handling of priority air pollution problems is planned according to the analysis of work effects. The criteria are as follows: oversights in EMS organisation (C1); lack of finances for implementing prescribed environmental protection measures (C2); and diminished competitiveness due to unfavourable reactions from the public and from environmental organisations (C3). Sub-criteria include the assessment of environmental impact (SC1), impact on employees (SC2), impact on stakeholders (SC3), and financial cost of hazardous situation remediation (SC4).

The results of comparison of the mutual impact of work activities and their impact in terms of priority conditions are given as tables. The ranking of aspects and the definition of importance (I) are based on the value of the product of impact level (IL) and the likelihood of occurrence (L). Qualitative values of the defined work activities were translated into quantitative ones by means of an ordinal scale. The distances between attribute ranks are not strictly defined. The results of comparison of key work activities represent the elements of the comparison matrix of certain hierarchy levels or the decision matrix. The weight coefficients are defined by inter-comparison of the effects of critical activities<sup>7</sup>. Based on the tabular representation of the results of ranking the effects of work activities in surface mining and combustion of coal (Tables 1–3), a schematic was drawn representing the relationship between critical effects, criteria, and sub-criteria (Fig. 1).

**Table 1.** Assessment of importance, weight coefficients (W), and ranks (R) of comparison of the impact of defined criteria in relation to key environmental aspects

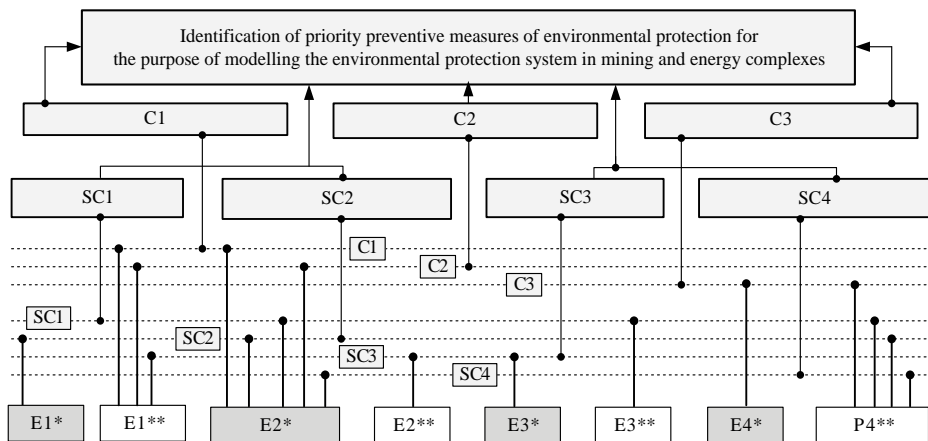
Impact analysis of surface mining							Impact analysis of coal combustion						
C	IL	L	I	matrix	W	R	C	IL	L	I	matrix	W	R
C1	2	2	4	$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 3 \\ 2 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$	0.30	II	C1	2	3	6	$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 5 \\ 2 & 1 & 7 \\ 1/5 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}$	0.33	II
C2	2	3	6		0.50	I	C2	3	3	9		0.59	I
C3	2	1	2		0.10	III	C3	2	1	2		0.07	III

**Table 2.** Assessment of importance and weight coefficients as indicators of the impact of defined criteria

Impact analysis of surface mining								Impact analysis of coal combustion							
	P	IL	L	I	matrix	W	R		K	IL	L	I	matrix	W	R
C1	E1	2	3	6	$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 4 & 5 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	0.26	II	C1	E1	2	1	2	$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/5 & 1/7 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 5 & 3 & 1 & 1/2 \\ 7 & 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	0.06	IV
	E2	3	3	9		0.50	I		E2	3	1	3		0.11	III
	E3	3	2	4		0.14	III		E3	3	2	6		0.30	II
	E4	3	1	3		0.08	IV		E4	3	3	9		0.52	I
C2	E1	2	3	6	$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 8 \\ 2 & 1 & 4 & 9 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 6 \\ 1/8 & 1/9 & 1/6 & 1 \end{bmatrix}$	0.28	II	C2	E1	1	2	2	$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 1 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 5 & 5 & 1 & 1/2 \\ 7 & 7 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	0.07	III
	E2	3	3	9		0.50	I		E2	2	1	2		0.07	III
	E3	2	2	4		0.16	III		E3	2	3	6		0.32	II
	E4	1	1	1		0.04	IV		E4	3	3	9		0.53	I
C3	E1	2	1	2	$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1/5 \\ 2 & 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}$	0.28	II	C3	E1	1	1	1	$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 3 & 3 & 1 & 1/2 \\ 5 & 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	0.09	III
	E2	1	1	1		0.10	III		E2	1	1	1		0.09	III
	E3	1	1	1		0.10	III		E3	2	1	2		0.28	II
	E4	3	1	3		0.51	I		E4	3	1	3		0.51	I

**Table 3.** Assessment of importance and weight coefficients as indicators of the impact of defined sub-criteria

Impact analysis of surface mining								Impact analysis of coal combustion							
	P	IL	L	I	matrix	W	R		K	IL	L	I	matrix	W	R
SC1	E1	3	2	6	$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 4 & 5 \\ 1/2 & 1/4 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	0.26	II	SC1	E1	3	2	6	$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/5 & 1/5 \\ 2 & 5 & 1 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	0.19	II
	E2	3	3	9		0.50	I		E2	3	1	3		0.07	III
	E3	2	2	4		0.14	III		E3	3	3	9		0.36	I
	E4	3	1	3		0.08	IV		E4	3	3	9		0.36	I
SC2	E1	3	3	9	$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$	0.36	I	SC2	E1	1	2	2	$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 1/2 \\ 1 & 1 & 3 & 1/2 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/5 \\ 2 & 2 & 5 & 1 \end{bmatrix}$	0.23	II
	E2	3	3	9		0.36	I		E2	1	2	2		0.23	II
	E3	2	3	6		0.19	II		E3	1	1	1		0.08	III
	E4	3	1	3		0.07	III		E4	1	3	3		0.44	I
SC3	E1	2	1	2	$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 1 & 1 & 1/3 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 6 \\ 1/3 & 1/3 & 1/6 & 1 \end{bmatrix}$	0.19	II	SC3	E1	2	2	4	$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	0.35	I
	E2	2	1	2		0.19	II		E2	2	2	4		0.35	I
	E3	2	2	4		0.53	I		E3	3	1	3		0.18	II
	E4	1	1	1		0.07	III		E4	2	1	2		0.10	III
SC4	E1	3	2	6	$A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 5 & 5 \\ 2 & 1 & 7 & 7 \\ 1/5 & 1/7 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1/7 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	0.32	II	SC4	E1	2	2	4	$A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 1/2 & 1/4 \\ 1/6 & 1 & 1/8 & 1/9 \\ 2 & 8 & 1 & 1/2 \\ 4 & 9 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	0.16	III
	E2	3	3	9		0.53	I		E2	2	1	2		0.04	IV
	E3	1	2	2		0.07	III		E3	3	2	6		0.28	II
	E4	2	1	2		0.07	III		E4	3	3	9		0.50	I



**Fig. 1.** Identification of problems in the functioning of the environmental protection system in mining and energy complexes and the basis for protection system modelling and selection of priority preventive measures of environmental protection (\*Impact analysis of surface mining; \*\*Impact analysis of coal combustion)

Assessment of environmental aspect importance suggests a need for priority resolution of the following problems: coal dust emission, coal combustion, and improper disposal of ash and slag. The results of the AHP form the basis for a consideration of management strategy selection of strategic perspectives, and implementation of balanced scorecards for the environmental impact of coal mining and combustion<sup>8,9</sup>.

#### MODELLING OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS FOR MINING AND ENERGY COMPLEXES BASED ON THE STRATEGIES OF THE SUSTAINABILITY BALANCED SCORECARD

System management using the Balanced Scorecard (BSC) was defined by Kaplan and Norton in 1992 (Ref. 10). It is based on choosing a company strategy according to the financial data, customers, business organisation, and preparedness for learning and development. The selection of AHP priority measures using BSC as a strategy organisation method has been discussed by the following authors: Pan<sup>11</sup> on the adequacy of proposed activities noticed by management, Lee<sup>12</sup> on facilitating decision making in the processing industry, Varma<sup>13</sup> on performance assessment of a petroleum industry supply chain, Jovanovic and Krivokapic<sup>14</sup> on the selection of indicator importance for indicators pertaining to the attainment of adopted company goals, and Huang<sup>15</sup> on strategic planning.

Environmental and social aspects are the integral part of the key strategic perspectives (SP) of the Balanced Scorecard: finance (F), users (U), internal processes (IP), and learning and development (LD) (Ref. 16). Table 4 provides a proposal for the integration of environmental and social aspects (ESA) and the introduction

of a derived, market-oriented, environmental-social perspective (ESP) within the EMS and its subsystem for air quality preservation.

**Table 4.** Proposal for integration of environmental and social aspects (ESA) into key strategic perspectives

BSC type	SP	Proposal for the integration of environmental and social aspects
Integration of ESA	F	allocation of finances for the monitoring of air pollution propagation
	U	regular air quality control and stakeholder notification regarding the results
	IP	regular implementation of internal air monitoring processes
	LD	personnel training for internal control of air quality and report writing
Independent ESP	F	higher profit and preservation of coal reserves coupled with environmental quality preservation
	U	reduced amount of pollutants per unit of distributed energy
	IP	monitoring of air quality and exceeded limit values
	LD	education of employees for planning and use of alternative energy sources

The defined proposal of integration of ESA given in Table 4 increases the reputation of any mining and energy complex without any significant financial investment. The market-oriented derived environmental perspective requires state support and guarantees in terms of initial capital and resolution of environmental issues. It is one the most complex forms of balanced scorecard implementation and it enables business operation in accordance with the principles of sustainable development.

Table 5 provides a proposal of the integration of environmental (E), social (S), or environmental-social (E-S) aspects, in parallel with the key perspectives.

**Table 5.** Proposal of introduction of environmental-social perspective (E-S, E, or S) of environmental management

SP	Goals of new environmental-social perspectives of environmental management
E-S	Internal monitoring of air and, if necessary, public notification
E	Internal monitoring of air and determination of pollutant concentrations
S	Financial support to persons suffering from respiratory diseases and public warnings

This proposal is an important step towards determining the actual state of the environment and mitigating the effects of coal mining and combustion.

Integrating elements of sustainable development into the balanced scorecard requires a systems approach to management. Figge et al.<sup>17</sup> base the inclusion of elements of sustainable development on the integration of new environmental

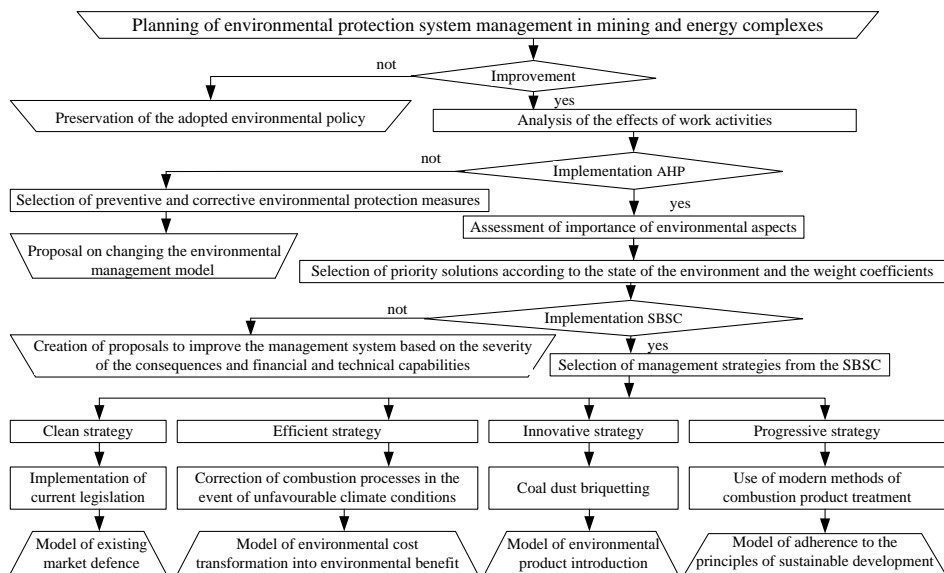
aspects into (or their addition to) the four key strategic perspectives. Bieker and Gminder<sup>18</sup> define the following strategies: clean (partial approach or shared services), efficient (company cost reduction with the implementation of environmental protection goals), innovative (resolution of environmental issues while realising financial gain), and progressive (full implementation of the principles of sustainable development using the total, the additive, or the transversal approach). The state of Serbian electric power industry warrants the implementation of the clean strategy of the SBSC. The main features of the clean strategy and a proposal on how to integrate the environmental-social aspects are given in Table 6.

**Table 6.** Proposal for the implementation of the partial approach and shared services within the clean strategy

Implementa- tion goal	Acknowledgement of viewpoints of stakeholders and end users of distrib- uted electric energy Proof that due consideration is given to the impact of mining and energy complexes on air quality	
Proposal	Regular control, internal control, recultivation of smaller areas, air purifi- cation	
Partial SBSC	ES-F	Allocation of finances to improve air protection measures
	ES-IP	Implementation of internal processes: air monitoring, regular maintenance of the air purification system, recultivation of smaller areas, and heating system maintenance
Shared ser- vices SBSC	ESA-F and IP	Allocation of finances to conduct air monitoring and organise the internal process of technical and biological monitoring
	ESA-F and LD	Personnel training for the implementation of preventive air protec- tion procedures and implementation of the EPA model in emission prediction
	ESA-IP and LD	Organisation of the internal process of biological air monitoring and personnel training for the monitoring of plant species that are used as air bioindicators
Results	Defence of the existing market for mining and energy complexes and envi- ronmental quality preservation	

More complex approaches to management system modelling in the present state of Serbian mining and energy complexes are not feasible<sup>7,8</sup>. A graphic model proposal (Fig. 2) shows alternatives for EMS development.





**Fig. 2.** EMS model for mining and energy complexes based on the strategies of the Sustainable Balanced Scorecard

As a developing country, Serbia is trying to implement the ISO14001 standard and meet the legal and other regulatory requirements. Analysis of the actual situation and decision making based on a multi-criteria analysis of the AHP is the basis for the planning of air protection measures. Problems can be gradually overcome through the design of modern EMS models for mining and energy complexes based on the BSC.

## CONCLUSIONS

EMS improvement or the creation of a parallel management system using the BSC is essential for mitigating the negative effects of work activities and reducing cross-border dispersal of pollutants. The sustainability concept of the BSC ranks high in any EMS in the domain of energy, as there is a real need for the integration of profitable environmental perspectives.

## REFERENCES

1. Study on Environmental Impact Assessment for the Construction Project of a New Block (B3) at TE 'Kostolac B'. Faculty of Mechanical Engineering and Faculty of Mining and Geology, Belgrade, 2013.
2. Reports on Periodical Measurements of Air Emissions of Harmful and Hazardous Materials from TE 'Kostolac'. Nos E-27/08, E-28/08, E-30/08, E-15/09, E-16/09, E-17/09, E-26/08, E-29/09, E-30/09, E-14/10, E-15/10, E-16/10, E-17/10, Environmental Protection Laboratory, Mining Institute LLC, Belgrade.

3. N. R. GRUJIC, M. TRIFUNOVIC, Z. PESIC: Electrical Energy Production from Coal and Its Impacts on Environment. *J Environ Prot Ecol*, **15** (1), 16 (2014).
4. A.-D. GHEORGHIU, Z. TOROK, A. OZUNU: How Can Existing Risk Assessment Methodologies Be Based in Systematic Maner, in the Extractive Mining Industry? *J Environ Prot Ecol*, **14** (4), 1597 (2013).
5. G. JANACKOVIC, S. SAVIC, M. STANKOVIC: Multi-criteria Decision Analysis in Occupational Safety Management Systems. *Safety Engineering – Journal for Scientists and Engineers* (University of Nis, Faculty of Occupational Safety), **1** (1), 17 (2011).
6. T. L. SAATY: A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *J Math Psychol*, **1**, 57 (1978).
7. F. PEKERA, Y. KURUCUB, H. H. TOKC, E. SAYGILIA, E. TOKD: An Aplication of GIS-supported Analytic Hierarchy Process to Determine the Ecological Thresholds in the Edirne Province. *J Environ Prot Ecol*, **14** (2), 713 (2013).
8. L. CONSTANTIN, M. TEODORESCU: Implementation of Environmental Management Accounting Systems in Romanian Companies – Methodology and Case Studies. *J Environ Prot Ecol*, **13** (1), 319 (2012).
9. G. WILKINSON, B. DALE: Integrated Management Systems: A Model Based on Total Quality Approach. *Managing Service Quality*, **11** (5), 318 (2001).
10. R. S. KAPLAN, D. P. NORTON: The Balanced Scorecard -Measures that Drive Performance. *Harvard Bus Rev*, **70** (1), 71 (1992).
11. F. C. PAN: Escalate BSC Power by AHP: Innovative Approach for Strategy Implementation. *Int J Manag Decision Making*, **7** (2–3), 337 (2006).
12. A. H. I. LEE, W. C. CHEN, C. J. CHANG: A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Taiwan. *Expert Syst Appl*, **34** (1), (2008).
13. S. VARMA, S. WADHWA, S. G. DESHMUKH: Evaluating Petroleum Supply Chain Performance: Application of Analytical Hierarchy Process to Balanced Scorecard. *Asia Pac J Market Logist*, **20** (3), 343 (2008).
14. J. JOVANOVIC, Z. KRIVOKAPIC: AHP in Implementation of Balanced Scorecard. *Int J Qual Res*, **2** (1), 59 (2008).
15. H. C. HUANG: Designing a Knowledge-based System for Strategic Planning: A Balanced Scorecard Perspective. *Expert Syst Appl*, **36** (1), 209 (2009).
16. I. DIAS, L. REJINDERS, P. ANTUNES: From Environmental Performance Evaluation to Eco-efficiency and Sustainability Balanced Scorecard. Wiley InterScience, 2003.
17. F. FIGGE, T. HAHN, S. SCHALTEGGWR, M. WAGNER: The Sustainability Balanced Scorecard – Linking Sustainability Management to Business Strategy. *Business Strategy and the Environment*, **11**, 269 (2001).
18. T. BIEKER, C.U. GMINDER: Towards a Sustainability Balanced Scorecard. Institute for Economy and the Environment, University of St. Galen, 2001.

*Received 9 June 2015*

*Revised 25 July 2015*

# NEW APPROACH TO EQUIPMENT QUALITY EVALUATION METHOD WITH DISTINCT FUNCTIONS

Vladimir M. MILISAVLJEVIĆ<sup>a</sup>, Dragan M. MEDENICA<sup>b</sup>,  
Vojin B. ČOKORILO<sup>a\*</sup>, Ivica M. RISTOVIĆ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia

<sup>b</sup>Volmont, Belgrade, Serbia

*The paper presents new approach for improving method for quality evaluation and selection of equipment (devices and machinery) by applying distinct functions. Quality evaluation and selection of devices and machinery is a multi-criteria problem which involves the consideration of numerous parameters of various origins. Original selection method with distinct functions is based on technical parameters with arbitrary evaluation of each parameter importance (weighting). Improvement of this method, presented in this paper, addresses the issue of weighting of parameters by using Delphi Method. Finally, two case studies are provided, which included quality evaluation of standard boilers for heating and evaluation of load-haul-dump (LHD) machines, to demonstrate applicability of this approach. Analytical Hierarchical Process (AHP) is used as a control method.*

Key words: *Quality evaluation, Selection, Distinct functions, Delphi method, Analytical Hierarchical Process*

## 1. Introduction

Quality evaluation of equipment (devices and machines) is a multi-attribute decision-making problem which is important issue for an effective production system, which can be used in selection process. Most common approach is to evaluate several alternatives which should be ranked according to various qualitative or quantitative criteria. During evaluation of machinery for given working conditions numerous factors, such as technical, economical, ergonomic, etc., should be taken into consideration. Purpose of this task is to acquire the best possible alternative for given restrictions. However, the importance of technical characteristics in evaluation or selection process is emphasised by many researchers but it was not deeply investigated.

Recent researches of several authors are suggesting application of operational research methods such as Analytical Hierarchical Process (AHP), Analytical Network Process (ANP) and Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) [1-5]. Also, some authors investigated possibility of application of Fuzzy sets [6-7] or more general approach to machinery selection [8].

It should be mentioned that particular issue in solving the problem of ranking of various alternatives is assigning the importance or "weight" to each criterion. Some recent researchers are using simple assessment grades [7], while the other are incorporating Fuzzy theory to convert linguistic variables-descriptions into weight parameters of each criterion, such as Fuzzy Simple Additive Weighting (FSAW) [9], or combination of Fuzzy theory and multi-attribute decision making tools [10-11].

---

\* Corresponding author, e-mail: vojcin.cokorilo@rgf.bg.ac.rs

On the other hand, weighting for AHP and PROMETHEE methods is based on comparison of pairs of criteria, resulting in general ranking of criteria, as described for PROMETHEE example in [5]. Main disadvantage of this approach is unstructured weighting procedure, which is by definition subjective process, and it can generate unrealistic results. For solving this issue it is proposed to use Delphi method for the purpose of criteria weighting. Example of using the Delphi method for the purpose of selecting the most influential criteria by a few professional experts or decision makers is presented in [12].

This paper describes improvement of the method for quality comparative evaluation of devices or machinery based on their technical characteristics [13], with Delphi method. Reason for application of Delphi method was to reduce the subjectivity in the evaluation process, through structuring of weighting factors determination, which has impact on ranking of the machines.

## 2. Description of the new approach of quality evaluation method

Method for quality evaluation of devices and machinery was initially developed at the University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology [14] and subsequently is improved [15] and made available for use at computers [16].

Final method which includes Distinct functions was developed in 2003 [13]. The latest method proposes the methodology for ranking of  $m$  alternatives, according to their  $n$  technical characteristics (parameters). Technical characteristics can be presented in the form of matrix  $A$  with type (format)  $m \times n$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix},$$

where  $a_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ) is the value of  $j$ -th characteristic for  $i$ -th machine. The matrix  $A$  will be called the Matrix of technical characteristics.

The nature of the technical characteristic is that the biggest or the smallest value of a single characteristic is at the same time the best. This means that it is always possible to arrange characteristics (by calculating reciprocal values of some characteristics) in such way that, for example, the biggest value is at the same time the best. For this reason let us find maximum value in every column of matrix  $A$ , i.e.:

$$b_j = \max \{a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}\} \quad (j = 1, 2, \dots, n),$$

and then let's find the ratio

$$q_{ij} = \frac{b_j}{a_{ij}} \quad (j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m)$$

and form the matrix  $Q$

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix},$$

which will be called the Matrix of technical characteristics (parameters) comparative values. From the way of selecting  $b_j$  and calculating ratio  $q_{ij}$  it follows that  $q_{ij} \geq 1$  for every  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ , and that in every column of matrix  $Q$  number 1 appears at least once in the place of the highest value of the corresponding parameter in the matrix  $A$ .

Parameter of machine quality ( $p_i$ ) is calculated in following way:

$$p_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j (q_{ij} - 1)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (1)$$

Conclusion about machine quality is drawn from the following criteria: the smaller the  $p_i$ , the better is alternative (device or machine). In fact, eq. (1) is measuring the "distance" of every parameter ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) for each alternative (device or machine) from the one "perfect" alternative which has all the best parameters. Therefore, ranking can be established, where the best alternative has the smallest parameter  $p_i$ , meaning that the best alternative is one closest to the "perfect" alternative.

Equation (1) includes factor  $\omega_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) which represents the weight of the  $j$ -th technical characteristic to the quality of the machine. Factors  $\omega_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) are in range from 0 to 1, but sum of all factors is equal 1. It is suggested that value of  $\omega_j$  should be determined according to the experience.

This paper addresses the issue of determination of weight factor  $\omega$  by using Delphi method.

The Delphi method is a proven and popular tool in information systems research for identifying and prioritizing issues for managerial decision-making [17]. Main principle of the Delphi method is that decision or forecast from a structured group of individuals is more accurate than those from unstructured group [18]. First applications of the Delphi method were in the field of science and technology forecasting. The objective of the method was to combine expert opinions on probability and expected development of the particular technology, in a single indicator.

Therefore, Delphi method is a structured communication method, originally developed as a systematic, interactive forecasting method which relies on a structured group of experts [19] [20]. The experts are providing answers to given questions in two or more rounds. After each round, a facilitator provides an anonymous summary of the experts' answers from the previous round. Thus, experts are encouraged to revise their earlier answers in light of the replies of other members of their panel. This process is narrowing the range of the answers and the group will converge towards the "correct" answer. Finally, the process is finalized after a pre-defined stop criterion and the median scores of the final round determine the results.

For the purpose of determination of weight ( $\omega$ ) for each characteristic of machine it is suggested to organize panel of experts' survey with at least two rounds. First round would include marking-scoring of each characteristic of the machine, while the second round would enable experts to revise their initial scoring with knowledge of replies of other experts. Additional rounds can be organized, depending on the complexity of the machine, i.e. required accuracy. Although Delphi method can be considered as a subjective method, structured approach with panel of experts refining their opinions will surely provide more accurate characteristic's weights to be used for calculation of machine quality (Eq. 1).

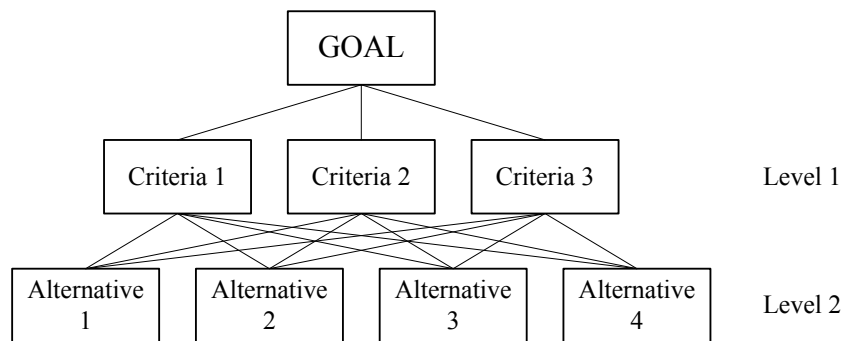
### 3. Control method – Analytic Hierarchy Process

Case studies – examples given in following chapters uses Analytic Hierarchy Process (AHP), as a control method. This method, developed by Thomas L. Saaty [21], is a structured technique for



organizing and analysing complex decisions. Also, this method is widely applied through-out numerous industries for solving multi-criteria decision-making problems. Therefore, only basic description is given bellow.

AHP is based on opinion of experts for the purpose to decompose a problem into hierarchies [22]. Therefore, it can be said that this method is a subjective one. Complexity of problem is simulated by the numerous levels in the hierarchy, combining the developed model of the problem to be solved. Such hierarchy is then used to derive scaled measures for decision alternatives and the relative value that alternatives have against organizational goals and project risks. General example of hierarchy of AHP is shown on fig. 1. AHP uses matrix algebra for calculation of parameters in order to obtain optimal solution. AHP is a well proved method in numerous industries.



**Figure 1: Scheme of hierarchy levels of AHP**

AHP derives ratio scales from paired comparisons of factors and choice options, which are marked according to so-called Saaty scale [21], which is given bellow.

Intensity of importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two factors contribute equally to the objective
3	Somewhat more important	Experience and judgement slightly favour one over the other.
5	Much more important	Experience and judgement strongly favour one over the other.
7	Very much more important	Experience and judgement very strongly favour one over the other. Its importance is demonstrated in practice.
9	Absolutely more important	The evidence favouring one over the other is of the highest possible validity.
2, 4, 6, 8	Intermediate values	When compromise is needed.

#### 4. Case study – Example 1

Eight standard boilers used for house heating [23] are selected to present the improved machinery quality evaluation method with distinct functions. These machines will be evaluated according to their five characteristics (tab. 1).

**Table 1: Standard boilers for heating and characteristics (Matrix A)**

Country of origin	Maximal heat load (kW)	Operating power range (kW)	Efficiency at max. heat load (%)	Efficiency at min. heat load (%)	NO <sub>x</sub> emission (mg/kWh)
Hungary	20.00	14.00	88.08	83.74	188.25
Germany a	27.60	19.40	89.08	84.17	105.37
Serbia a	26.00	13.20	90.50	84.11	111.93
Germany b	26.10	16.00	90.63	84.12	100.94
France/Italy	26.05	16.50	90.35	84.11	148.04
Slovakia a	12.50	8.20	91.88	83.18	145.83
Slovakia b	30.50	17.50	89.62	84.31	105.64
Serbia b	26.92	9.31	91.46	84.17	148.78

Highest value of each characteristic is the best one, except for the emission of NO<sub>x</sub>, which is taken into consideration by calculating reciprocal values in last column. Comparative values of technical characteristics for boilers are given in tab. 2 (matrix Q). It should be noted that number 1 appears at least once in each column, at place of the best parameter. Also, the biggest comparative value in each column is at the place of the worst parameter. Best boiler would be the one with all comparative values closest to the number 1, and this is calculated with eq. (1)

**Table 2: Matrix Q – Comparative values of boilers**

1,52500	1,38571	1,04314	1,00681	1,86499
1,10507	1,00000	1,03143	1,00166	1,04390
1,17308	1,46970	1,01525	1,00238	1,10889
1,16858	1,21250	1,01379	1,00226	1,00000
1,17083	1,17576	1,01693	1,00238	1,46663
2,44000	2,36585	1,00000	1,01358	1,44474
1,00000	1,10857	1,02522	1,00000	1,04658
1,13299	2,08378	1,00459	1,00166	1,47396

Delphi method was introduced in the next step, which included establishment of panel of five experts, which was asked to rank characteristics of boilers according to their importance. After two rounds of facilitation values of weights for each characteristic was established (tab. 3).

**Table 3: Values of weight factors ( $\omega$ ) for boilers calculated by Delphi method**

Maximal heat load (kW)	Operating power range (kW)	Efficiency at max. heat load (%)	Efficiency at min. heat load (%)	NO <sub>x</sub> emission (mg/kWh)
0.26	0.25	0.20	0.13	0.16

Diagonal pairwise comparison matrix for Analytic Hierarchy Process is presented in tab 4.

**Table 4: Pairwise comparisons matrix of boilers**

	Maximal heat load (kW)	Operating power range (kW)	Efficiency at max. heat load (%)	Efficiency at min. heat load (%)	NO <sub>x</sub> emission (mg/kWh)
Maximal heat load (kW)	1	2	2	2	5
Operating power range (kW)	1/2	1	2	2	5
Efficiency at max. heat load (%)	1/2	1/2	1	5	5
Efficiency at min. heat load (%)	1/2	1/2	1/5	1	3
NO <sub>x</sub> emission (mg/kWh)	1/5	1/5	1/5	1/3	1

It should be noted that parameters related to AHP method are:  $\lambda_{\max}=5.3778$ ,  $CI=0.0945$  and  $CR=0.0843$ .

Results of machine quality calculation according to eq. (1) are given in tab. 5. Calculations was also performed in same manner for case with equal weight parameters ( $\omega=1/5$ ) and with AHP, for purpose to demonstrate the difference.

**Table 5: Rankings of the boilers**

	GER a	SVK b	GER b	FR/IT	SER a	HUN	SER b	SVK a
Distinct functions with Delphi method	Rank: 1 $p_i=0.058$	Rank: 2 $p_i=0.059$	Rank: 3 $p_i=0.137$	Rank: 4 $p_i=0.224$	Rank: 5 $p_i=0.255$	Rank: 6 $p_i=0.478$	Rank: 7 $p_i=0.578$	Rank: 8 $p_i=1.018$
Distinct functions with equal weight parameters	Rank: 1 $p_i=0.053$	Rank: 2 $p_i=0.054$	Rank: 3 $p_i=0.121$	Rank: 5 $p_i=0.236$	Rank: 4 $p_i=0.229$	Rank: 6 $p_i=0.485$	Rank: 7 $p_i=0.532$	Rank: 8 $p_i=0.909$
AHP ranking	Rank: 1	Rank: 2	Rank: 3	Rank: 4	Rank: 5	Rank: 8	Rank: 6	Rank: 7

Distinct functions evaluation method provided almost same ranking. The only difference is switched position of fourth and fifth boiler, i.e. French-Italian boiler advanced one rank in case with Delphi method. AHP method provided same ranking for best five boilers, while sixth, seventh and eighth boilers switched ranks. Similar results with comparison of various ranking methods can be found in research [3].

## 5. Case study – Example 2

A second example is provided, for the purpose of further suitability and reliability confirmation of Distinct functions with Delphi method. In this example we ranked five machines (underground loaders), which are evaluated according to their nine characteristics (tab. 6).

**Table 6: Underground loaders and characteristics (Matrix A)**

Machine	Bucket volume (m <sup>3</sup> )	Engine power (kW)	Payload (kg)	Machine mass (t)	Loading cycle (s)	Velocity max. (km/h)	Radius turning outside (mm)	Radius turning inside (mm)	Bucket width (mm)
Atlas Copco ST 3.5	3.4	136	6000	17.10	12.6	21.0	5446	2620	1956
Sandvik Tamrock Toro 006	3.0	142	6700	17.20	12.9	26.0	5600	3030	2100
GHH Fahrzeuge LF/6	3.0	136	6000	19.50	12.5	23.0	6022	3247	2040
Caterpillar R1300	3.4	123	6800	20.95	9.3	24.0	5741	2825	2400
Wuhan KHD-3	3.0	112	6500	17.20	13.5	23.0	6060	3274	2110

The best characteristic in column four, five, seven, eight and nine is the smallest value, while the best characteristic in remaining columns is the highest value. This was taken into consideration by calculating reciprocal values in columns four, five, seven, eight and nine. Comparative values of machines technical characteristics are given in tab. 7 (matrix Q). Same as in previous example, number 1 appears at least once in each column, at place of the best parameter. Also, the biggest comparative value in each column is at the place of the worst parameter. Best LHD machine would be the one with smallest comparative  $p_i$  calculated with eq. (1).

**Table 7: Matrix Q – Comparative values of LHDs**

1.00000	1.04412	1.13333	1.00000	1.35488	1.23810	1.00000	1.00000	1.00000
1.13333	1.00000	1.01493	1.00586	1.38714	1.00000	1.02816	1.15655	1.07352
1.13333	1.04412	1.13333	1.14036	1.34413	1.13043	1.10564	1.23938	1.04285
1.00000	1.15447	1.00000	1.22516	1.00000	1.08333	1.05405	1.07830	1.22688
1.13333	1.26786	1.04615	1.00586	1.45173	1.13043	1.11262	1.24969	1.07863

As in previous example, five experts provided ranking of characteristics for loaders in two rounds of facilitation, according to Delphi method. Weights are given in tab. 8.

**Table 8: Values of weight factors ( $\omega$ ) for loaders calculated by Delphi method**

Bucket volume (m <sup>3</sup> )	Engine power (kW)	Payload (kg)	Machine mass (t)	Loading cycle (s)	Velocity max. (km/h)	Radius turning outside (mm)	Radius turning inside (mm)	Bucket width (mm)
0.1232	0.1311	0.1367	0.0990	0.1697	0.1003	0.0879	0.0677	0.0844

Initial step in Analytic Hierarchy Process (AHP) is making of diagonal pairwise comparison matrix (tab. 9). Values in this matrix are representing pair comparisons of all criteria-characteristics.

**Table 9: Pairwise comparisons matrix of LHD machines**

	Bucket volume (m <sup>3</sup> )	Engine power (kW)	Payload (kg)	Machine mass (t)	Loading cycle (s)	Velocity max. (km/h)	Radius turning outside (mm)	Radius turning inside (mm)	Bucket width (mm)
Bucket volume (m <sup>3</sup> )	1	5	1	5	3	5	4	3	3
Engine power (kW)	1/5	1	1	1	1/5	1	1	1	1
Payload (kg)	1	1	1	1/3	1	1/3	1	1	1
Machine mass (t)	1/5	1	3	1	1/3	1/3	1	1	1
Loading cycle (s)	1/3	5	1	3	1	1	4	4	5
Velocity max. (km/h)	1/5	1	3	3	1	1	4	4	4
Radius turning outside (mm)	1/4	1	1	1	1/4	1/4	1	2	1
Radius turning inside (mm)	1/3	1	1	1	1/4	1/4	1/2	1	1
Bucket width (mm)	1/3	1	1	1	1/5	1/4	1	1	1

It should be noted that parameters related to AHP method are:  $\lambda_{\max}=10.09$ ,  $CI=0.1366$  and  $CR=0.0942$ .

Results of machine quality calculation according to eq. (1) are given in tab. 10. Similar calculations was also performed and results are provided in same table, for case with equal weight parameters ( $\omega=1/9$ ), for purpose to demonstrate the difference. Table 10 also provides ranking of loaders according to AHP method.

**Table 10: Rankings of the machines**

Method	Caterpillar R1300	Atlas Copco ST 3.5	Sandvik Tamrock Toro 006	GHH Fahrzeuge LF/6	Wuhan KHD-3
Distinct functions with Delphi method	Rank: 1 $p_i=0.11773$	Rank: 2 $p_i=0.17246$	Rank: 3 $p_i=0.17275$	Rank: 4 $p_i=0.18342$	Rank: 5 $p_i=0.23256$
Distinct functions with equal weight parameters	Rank: 1 $p_i=0.12562$	Rank: 3 $p_i=0.14994$	Rank: 2 $p_i=0.14855$	Rank: 4 $p_i=0.17092$	Rank: 5 $p_i=0.20921$
AHP ranking	Rank: 1	Rank: 2	Rank: 3	Rank: 4	Rank: 5

It can be seen that in case of LHD machines all three evaluation methods are suggesting same machine as the best. However, it is obvious that weight parameters are having importance. Second ranked machine, according to Distinct functions ranking with equal weight parameters, switched rank with third machine in case of Distinct functions with Delphi method. Also, it is obvious that evaluation with Delphi method have wider range of  $p_i$  parameter, which is direct result of allocating the weight with Delphi method to specific characteristics of the machine. It should be noted that ranking of machines obtained with Distinct functions with Delphi method completely corresponds with ranking obtained with AHP method.

## 6. Conclusion

Distinct functions with Delphi method can be used for comparative evaluation of quality to arbitrary number of machines according to their technical characteristics. Introduction of Delphi technique into this approach should minimize subjectivity through panel of experts, which are providing their opinions in at least two rounds. Case studies indicated the importance of allocating weight parameters to specific characteristics, which resulted in different ranking of alternatives-machines. Finally, presented method for quality evaluation of machines was validated by very similar ranking obtained by AHP method. Therefore, application of Distinct functions with Delphi method for quality evaluation of equipment, as presented in this paper, is justifiable and suitable for ranking of arbitrary number of alternatives-machines according to their technical characteristics.

## 7. Acknowledgment

Research described in this paper was performed during development of the technical development project TR33025. Development of this project is financed by Ministry of Science and Technological Development, Republic of Serbia.

## 8. References

- [1] Dagdeviren M., Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE, *J. Intell Manuf*, 19 (2008), pp. 397–406, DOI No. 10.1007/s10845-008-0091-7
- [2] Lin, Z. C., Yang, C. B., Evaluation of machine selection by the AHP method, *Journal of Materials Processing Technology*, 57 (1996), pp. 253–258
- [3] Paramasivam V., et al., 2011, Decision making in equipment selection: an integrated approach with digraph and matrix approach, AHP and ANP, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 54 (2011), pp. 1233–1244, DOI No. 10.1007/s00170-010-2997-4



- [4] Bascetin A, 2003, A Decision Support System For Optimal Equipment Selection In Open Pit Mining: Analytical Hierarchy Process, *Istanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 16 (2003), 2, pp. 1-11
- [5] Mohamadabadi H. S., *et al.*, Development of a multi-criteria assessment model for ranking of renewable and non-renewable transportation fuel vehicles, *Energy*, 24 (2009), 1, pp. 112-125, DOI No. 10.1016/j.energy.2008.09.004
- [6] Cebesoy T., Hydraulic Excavator Selection Using Improved Quality Comparison Method, *Journal of Engineering Sciences (Mühendislik Bilimleri Dergisi)*, 5, (1999), 1, pp. 1001-1008
- [7] Hadi-Vencheha A., Mohamadghasemi A., A new hybrid fuzzy multi-criteria decision making model for solving the material handling equipment selection problem, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* (2014), DOI No. 10.1080/0951192X.2014.880948
- [8] Basu A. S., Lineberry G. T., Selection of Mobile Equipment for Underground Coal Mining: An Expert System Approach, *Mineral Resources Engineering*, 4 (1995), 1, pp. 71-88
- [9] Sagar M. K., *et al.*, Exploring Fuzzy SAW Method for Maintenance Strategy Selection Problem of Material Handling Equipment, *International Journal of Current Engineering and Technology*, 3 (2013), 2, pp. 600-605
- [10] Yazdani-Chamzini A., Yakhchali, S., Handling equipment Selection in open pit mines by using an integrated model based on group decision making, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 3 (2012), 5, pp. 907-924
- [11] Yilmaz B., Dagdeviren M., A combined approach for equipment selection: F-PROMETHEE method and zero-one goal programming, *Expert Systems with Applications*, 38 (2011), 9, pp. 11641–11650
- [12] Mousavi S. M., *et al.*, Multi-Criteria Decision Making for Plant Location Selection: An Integrated Delphi–AHP–PROMETHEE Methodology, *Arabian Journal for Science and Engineering*, 38 (2013), 5, pp 1255-1268
- [13] Miličić M., Čokorilo V., Mining Machines Quality Evaluation with Distinct Functions, *Bulk Solid Handlings: The International Journal of Storing, Handling and Transporting Bulk*, 23 (2003), 5, pp. 318-320
- [14] Čokorilo V., Miličić M., Quality Comparison of Mining Equipment Based on Their Technical Characteristics, *The International Journal of Mining Science and Technology*, 13 (1991), pp. 291 – 295
- [15] Miličić M., *et al.*, Method for evaluation of mining machines quality (in Italian), *Quarry and Construction*, 9 (1997), pp. 65-69
- [16] Čokorilo V., Milisavljević V., Pattern Recognition Method Software for Quality Evaluation of Mining Machines, *Proceedings of MPES 2000*, Ninth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Athens, Greece, 2000, pp. 789-792
- [17] Okoli C., Pawlowski S.D., The Delphi Method as a Research Tool: an example, design considerations and applications, *Information & Management*, 42 (2004), pp 15-29
- [18] Rowe G., Wright G., Expert Opinions in Forecasting - Role of the Delphi Technique, *in: Principles of Forecasting: A Handbook of Researchers and Practitioners* (Ed. J.S. Armstrong), Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, 2001, pp. 125-144
- [19] Dalkey N., Helmer O., An Experimental Application of the Delphi Method to the use of experts. *Management Science*, 9 (1963), 3, pp 458-467

- [20] Linstone H.A., Turoff M., *The Delphi Method: Techniques and Applications*, Addison-Wesley, Reading, Mass., USA, 1975
- [21] Saaty, T.L., A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (1977), pp. 234-281
- [22] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, USA, 1980
- [23] Tanasković T., *et al.*, Research of efficient utilization of natural gas and improvement of devices in households (in Serbian), Project report EE533-3B, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia, 2007

# MODELLING OF AT ROCKBOLTS PARAMETERS FOR "SOKO" UNDERGROUND COAL MINE

*Vladimir Milisavljević, Dražana Tošić, Vojin Čokorilo, Ivica Ristović*

Categorization of paper

Research in this article presents development of numerical model of strata interaction with AT (Advanced Technology) roof support in "Soko" deep coal mine and comparison of modelling parameters with results obtained through experimental measurements. Numerical model is based on finite elements method, using Pahse2 software. Comparison showed almost complete concurrence, thus justifying introduction of suggested roadway supporting system into the "Soko" underground coal mine.

**Key words:** *Advanced Technology, Development Roadways, Rockbolting, Roof Support, Underground Coal Mines*

**Modeliranje parametara AT viseće podgrade za rudnik uglja sa podzemnom eksploatacijom "Soko"**

Kategorizacija članka

U ovom radu je prezentovan razvoj numeričkog modela interakcije stenskog masiva i AT viseće podgrade u rudniku mrkog uglja „Soko“ i urađeno je poređenje rezultata dobijenih modeliranjem sa rezultatima koji su dobijeni eksperimentalnim putem. Numeričko modeliranje je urađeno metodom konačnih elemenata, korišćenjem programa Phase2. Poređenje je pokazalo da dobijeni rezultati potpuno korespondiraju, što potvrđuje ispravnost uvođenja predloženog sistema podgrađivanja u rudniku "Soko".

**Ključne reči:** *Napredna tehnologija, prostorije otvaranja, viseća podgrada, sidra, rudnik sa podzemnom eksploatacijom*

## 1. Introduction

Research described in this paper was performed during development of the project "Research on possibility for AT (Advanced Technology) rockbolting application in mines for the purpose of increasing work safety and production efficiency" (TR33025), within Technological Development program (field Energy, mining and energy efficiency). Development of this project is financed by Ministry of Science and Technological Development, Republic of Serbia. Project is developed by University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology (RGF) and Technical Faculty (TF) together with Public Company for Underground Coal Mining, Resavica (JPPEU).

Mines at JPPEU are having complex opening and developing systems, characterized by large number of active roadways, relatively long for applied mining technology. Most common types of support are steel circular support (36%), steel arched support (22%), timber trapezoid support (11%) and steel trapezoid support (6%). Other types are used less frequently.

In order to overcome existing problems related to development of roadways and maintaining their stability, research was initiated to investigate possibilities for application of new supporting technologies and improvement of general conditions of underground roadways.

Initial investigations indicated that solution could be introduction of active support, i.e. support which reacts before deformation occurs in rocks around the roadway. AT roof support was identified as the most suitable solution. This type of support creates reinforced zone of strata around the roadway, thus reducing propagation of deformation. Beside improved stability of roadway, AT roof support would enable significant improvement regarding reduced requirements for steel support, increased advance rate and reduced need for labour works during roadway development.

## 2. Literature Review

Modelling and selection of AT roof bolting parameters is related to the depth of the roadway, strata discontinuities, physical and mechanical properties of rocks around the roadway, intensity and direction of virgin and induced stresses, shape and size of the roadway and similar [1]. Basic parameters which should be determined in process of selection roof bolting parameters are:

- Diameter and capacity of the bolt;
- Length of the bolt;
- Installation pattern (number of bolts in single row and spacing between successive rows of bolts).

Diameter of the bolts depends on extension strength of the steel, capacity of the bolt and its yielding strength. Diameter of the roof bolt can be calculated according to the following expression:

$$D = 2 \sqrt{\frac{K_S \cdot R}{\pi \cdot \sigma_{\max}}} \quad (1)$$

where:

$K_S$  – coefficient of safety, accepted in range between 2 and 4;

$R$  – Loading capacity of the roof bolt;

$\sigma_{\max}$  – extension strength of the steel.

Loading capacity for the existing roof bolt can be determined according to previous expression, as follows:

$$R = \frac{\pi}{4} \sigma_{\max} \cdot D^2 \quad (2)$$

Other factors could have impact of roof bolt loading capacity beside its diameter and materials. Most

important factories bond strength between the bolt and the rock, i.e. capability of load transfer from the strata-rock to the bolt.

Lang and Bischof determined relationship between bolt length ( $L_s$ ) and width of the roadway ( $B$ ), which can be used for approximate selection [2]. This relationship can be written as:

$$L_s = B^{2/3}. \quad (3)$$

It was also determined that in case of solid immediate roof of the roadway, required length of the roof bolt is one third of roadway width [3], while in case of weaker immediate roof this length is one half of roadway width [4].

Roof bolt length which is to be installed into the roof in order to act in beam forming mechanism can be determined by following expression [5]:

$$L_s = 0,12 \cdot I_R \cdot \log_{10}(3,25H) \cdot \left( \frac{100 - \text{CMRR}}{100} \right), \text{ (m)}. \quad (4)$$

where:

$I_R = 9,5 + (0,2 \cdot \text{CMRR})$  (m) – maximal span in analysed working environment;

CMRR – value of Coal Mines Roof Rating;

$H$  (m) – depth of the roadway from the terrain surface.

Although the bolt length is one of the basic parameters of roof bolting system, accepted comprehensive model for its calculation is still not published in literature. It can be seen that approach to determination of required length of roof bolt depends on acting mechanism of roof bolting system. In case of suspended load mechanism, required length of the rock bolt is related to width of the roadway, and also length depends on strength of the rock in which the bolt is being installed.

On the other hand, for the case of beam forming mechanism (which is the case for most of the underground coal mines), required length of the roof bolt is determined after natural and mining conditions, which is evaluated by Coal Mine Roof Rating (CMRR) methodology. This approach enables evaluation of mentioned geological information, and it was developed for the purpose of application in underground coal mines for selection of relevant roof bolting parameters [1].

Number of bolts and installation location of each individual bolt in single cross-section (row) represents installation pattern.

Considering interaction between roof support i.e. rock bolts and rock strata it can be concluded that parameters with influence on spacing between successive rows of rock bolts are thickness of immediate roof, location of delamination planes of stratified seams, condition of roof, pre-tensioning of bolts and bolt properties (diameter, length, extension strength) and similar.

Comprehensive approach for determination of roofbolting pattern and spacing between successive rows of bolts was described Molinda and Mark in [5]. This

approach is based on Design Parameter (PP) and it assumes that there is no most important component or parameter for determination of roof bolting pattern and spacing between rows. This parameter includes all of the parameters relevant for roof bolting (length and loading capacity of bolt, number of bolts in single row, spacing between two successive rows of roof bolts), as well as width of the roadway. Design parameter can be calculated as follows:

$$PP = 0,015 \frac{L_s \cdot N_s \cdot R}{b \cdot B}. \quad (5)$$

where:

$L_s$  – length of the rock bolt (m), calculated according to expression 4;

$N_s$  – number of bolts in a single row;

$R$  – loading capacity of the bolt (kN);

$b$  – spacing between two successive rows of rock bolts (m)

$B$  – width of the underground roadway (m);

On the other hand recommended values of Design Parameter for shallow (to depth of 100 m) and deep can be calculated as follows:

– shallow deposits:

$$PP = 15,5 - 0,23 \cdot \text{CMRR}; \quad (6)$$

– deep deposits:

$$PP = 17,8 - 0,23 \cdot \text{CMRR}; \quad (7)$$

Such approach establishes relation between components of roof bolting system and roadway width on one side and natural, mining and geological conditions, evaluated by Coal Mine Roof Rating (CMRR) index on the other side.

Procedure starts with determination of Design Parameter for specific deposit, according to known roof rating index.

Next step is calculating required length of the roof bolt ( $L_s$ , expression 4) and bolt loading capacity ( $R$ , expression 2). It is assumed that roadway width ( $B$ ) is already determined in this stage, according to technological requirements. After acceptance one of the remaining parameters ( $N_s$  or  $b$ ), second parameter can be calculated. This approach enables selection of several roof bolting patterns and spacing between successive rows. In another words, result of such procedure is several patterns at various spacing, therefore enabling application of other criteria for final selection (economic, technical, technological, etc.).

Described procedure which is based on CMRR index represents comprehensive and contemporary methodology for parameters determination of roof bolting system. This methodology, based on both analytical and empirical approach, can be successfully applied in conditions prevailing in underground coal mines in Serbia.

On the other hand, modelling of stress and deformation in rocks-strata, as well as roof bolts itself, increases accuracy during evaluation of individual solutions and results of analytical calculations, as described in [6], [7], [8].

### 3. Modelling of AT Roof Support with Case Study

Research described in this chapter is a part of wider research at the Faculty of Mining and Geology which was related to introduction of AT roof support in Serbian underground coal mines. Previous research included theoretical analysis, numerical modelling, field trials and technology transfer [9], as well as series of experimental field trials in several underground coal mines.

These experimental trials on individual locations included following activities:

- Core sampling of direct roof, to the depth of 5 m;
- Drilling trials for selection of drilling consumables and determination of borehole's profile;
- Short encapsulation pull-out tests.

Core sampling of roof strata provides data on type of rocks in which the AT rockbolts will be installed, as well as data necessary for modelling. Beside geological interpretation of coal seam roof, this activity will provide data on physical and mechanical properties of roof rocks, such as uniaxial compressive strength, cohesion and angle of internal friction.

Drilling trials will be performed with various drill bits and drilling rods, in each rock detected in previous activity, in order to identified possible problems which may occur. Part of this activity is determination of borehole profile, drilled with selected drilling consumables. Borehole profile, or variation of borehole diameter along the depth of the borehole, will be used for calculation of required volume of resin for installation of AT rockbolts.

Finally, short encapsulation pull-out test will provide data on load (force) which could be possible to transfer from the rock to the AT rockbolt. This information will be used as a base for modelling in later stages.

The purpose of the research described below is to establish connection between results obtained during analytical stage of AT roof bolting modelling [9] and results obtained during experimental field research [10], [11] and [12].

Main result of the numerical modelling was a conclusion that stability of the underground roadway can be achieved by installing 5 to 6 AT rock bolts into the roof at spacing of maximum 1 m, where length of the rock bolts is 2.4 m. It should be mentioned that number of rock bolts in the junction zone of two roadways is larger. On the other hand, main result of the experimental field trials were results of pull-out tests of short encapsulated AT rock bolt, which is performed in several mines of JPPEU.

Research described in this paper includes modelling of part of the deposit of mine and roadway, which are supported with 5 AT rock bolts of various length. Purpose of the research is to verify loading of the individual bolts.

Brown coal mine "Soko", which is located some 200 km to the south of Belgrade, was selected for the case study of presented approach. Main problem in this mine is stability of level roadways, which are developed in coal seam by drilling and blasting technology. These roadways have circular cross section with diameter of 3.5 m and are supported with arched steel rings. Developed model of the "Soko" mine is presented on Figure 1.

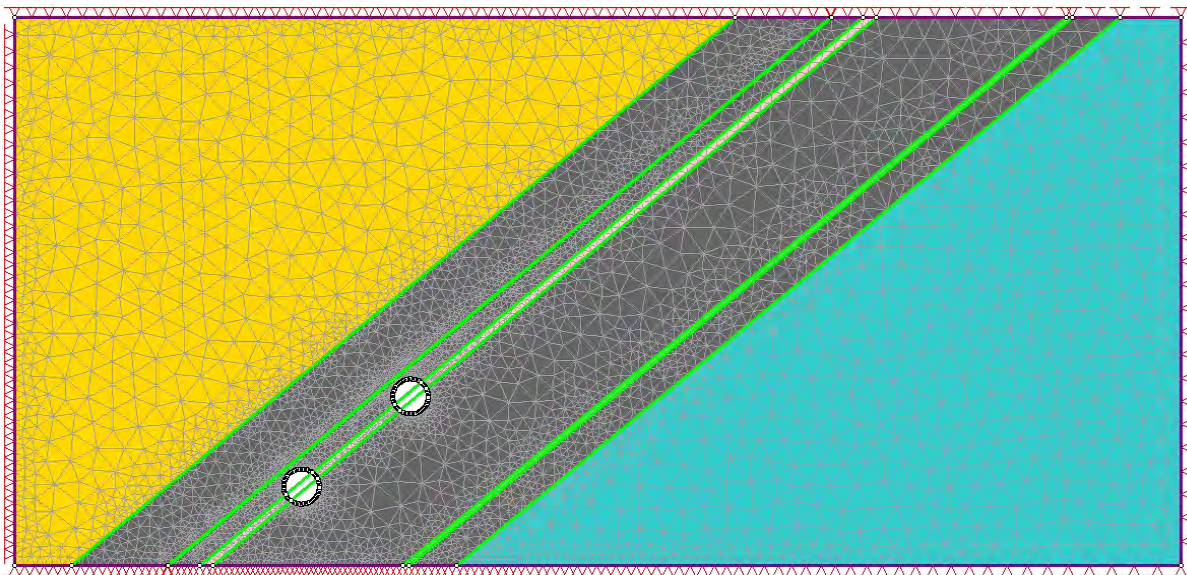


Figure 1 Model of the "Soko" mine

As it can be seen, model interprets coal seam which is 24 m thick and inclined at angle of 40 degrees. Two level roadways are also modelled. These roadways are developed along the intrusion of marlstone. Model also includes two additional intrusions, one of loose marlstone above the roadways and one of clay near the floor of the coal seam. Analysis of stresses and deformation was performed with Phase 2 software.

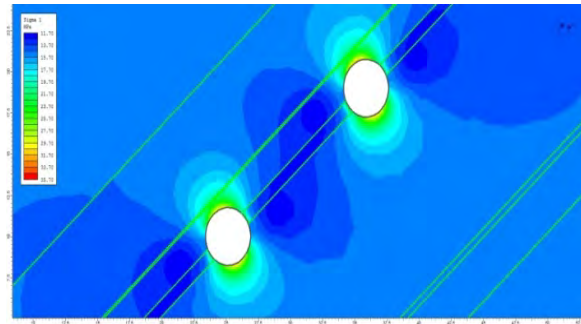
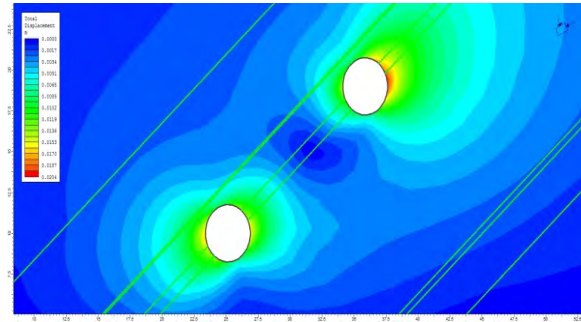
Rock properties of strata in "Soko" mine which are used for modelling, according to Mohr-Coloumb failure criterion, are given in table 1 [13].

Development of two level roadways incurred principal maximal stress presented on figure 2, while total displacement is shown on figure 3.



**Table 1** Rock properties of strata in "Soko" mine [2]

Rock type	Density "in situ" $\gamma_s$	Compressive strength $\sigma_c$	Cohesion C	Angle of internal friction $\phi$
	t/m <sup>3</sup>	MPa	Mpa	
Sandstone	2.65	9.36	2.40	26
Coal	1.46	19.67	3.50	38
Marlstone	2.11	11.75	2.60	30
Clay-intrusion	1.65	15.52	2.80	33
Clay and slate	2.50	8.36	1.66	32

**Figure 2** Maximal stress incurred by development of level roadways**Figure 3** Total displacement incurred by development of level roadways

Next stage of research included simulation of AT rockbolts installation into the roof of roadways. Purpose of this was to determine the load exerted on the rockbolts and to compare these with results obtained during the

short encapsulation pull-out test, which are provided in table 2 [11].

**Table 2** Short encapsulation pull-out test results "Soko" mine [7]

Test no.	Location	Rock	Depth (m)	Bond strength (kN)	Loading (kN)
1	EH-(-78)i	Coal-roof	2.4	90	Failed at 90
2	EH-(-78)i	Coal-roof	2.4	110	Loaded to 200 and held
3	EH-(-78)i	Coal-roof	2.4	100	Failed at 100
4	EH-(-78)i	Coal-rib	1.0	20	Failed, fractured coal
5	EH-(-78)i	Coal-rib	1.0	140	Loaded to 210 and held
6	EH-(-78)i	Coal-face	1.8	90	Failed at 90

As it can be seen, six pull-out tests were performed in "Soko" mine. Bolts 1, 4 and 6 were pulled out from the coal at indicated loads. Average measured bond strength is around 105 kN, while the result of test 4, bolt installed at depth of 1.0 m, has lower load since it was installed in crushed coal. Crushed and disturbed rocks around the roadway will have negative impact on load transfer, hence AT roof support should be installed before delaminating and deformation of the rocks [4].

Modelling of installed AT rockbolts of various lengths is shown on figures 4, 5 and 6. It can be seen that

behaviour of rockbolts is similar. Load transfer is increasing in the areas with higher stress of 20 to 25 MPa (bolts on the left side of the roadways). On the other hand, rockbolts installed in zones with reduced stress (blue areas, on the right side of the roadways) are indicating lower loads.

It should be mentioned that AT rockbolts means fully bonded rockbolts, made of steel (Elasticity Modulus 200 GPa). This model is based on AT rockbolts with diameter of 22 mm.

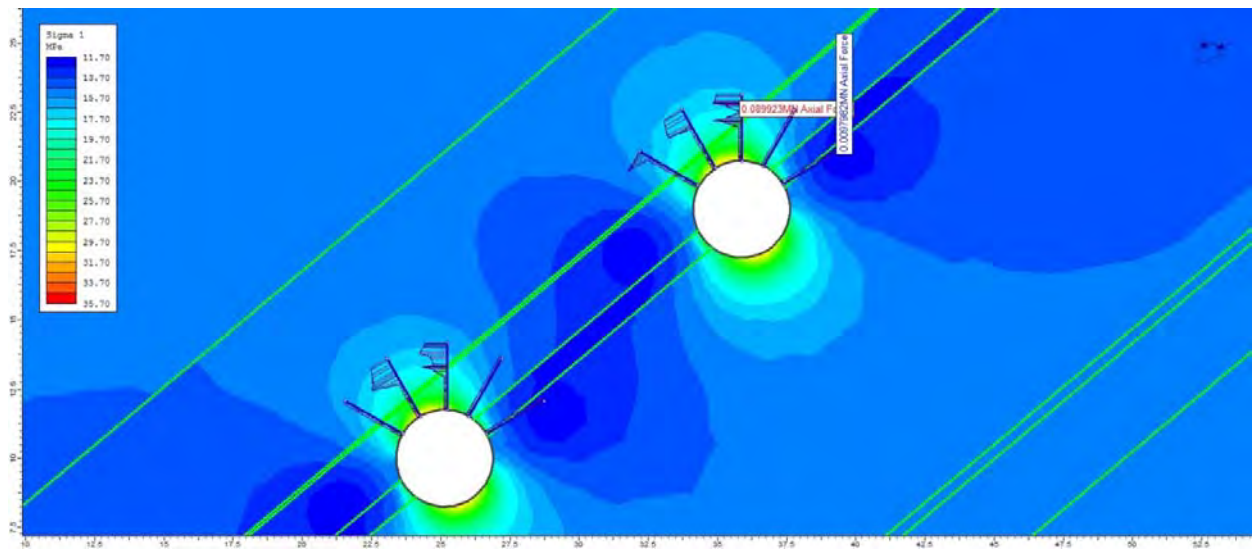


Figure 4 Maximal and minimal loading on 2.4 m long AT rockbolts

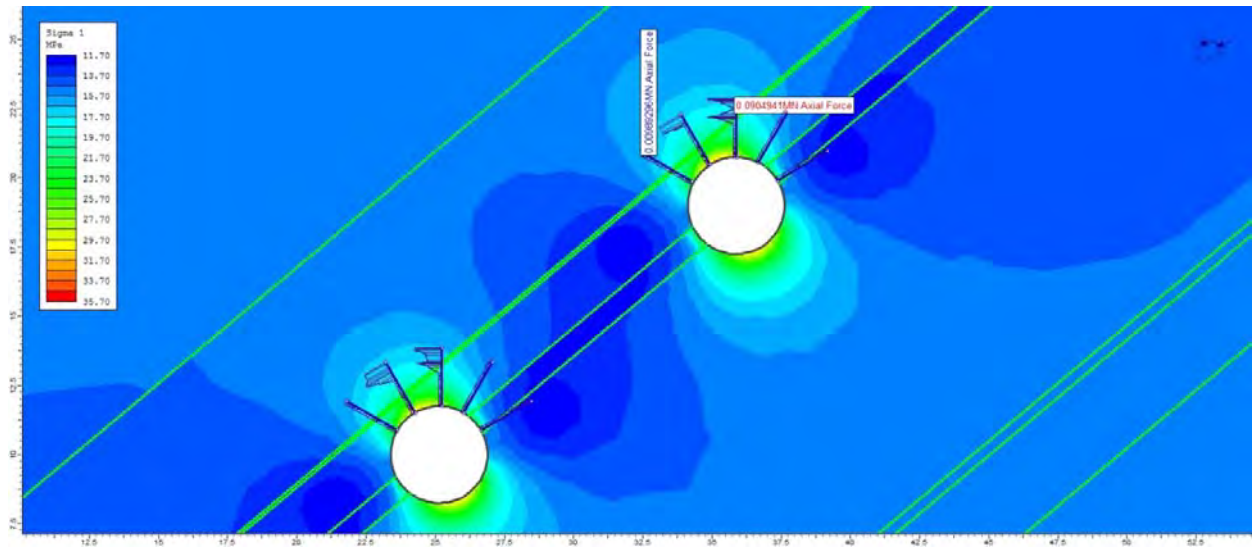


Figure 5 Maximal and minimal loading on 2.1 m long AT rockbolts

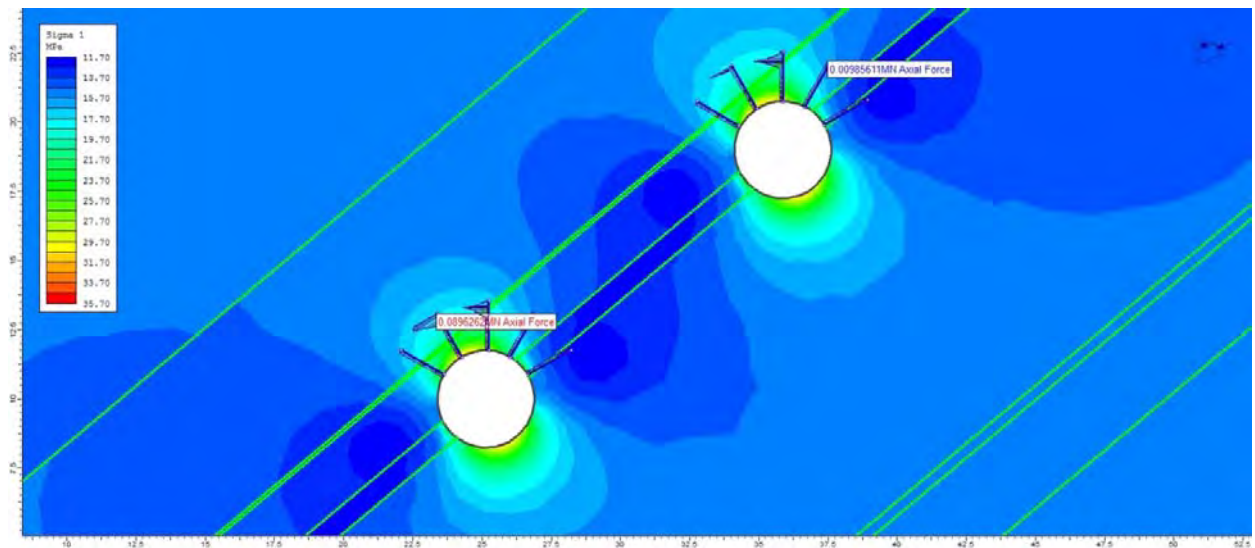
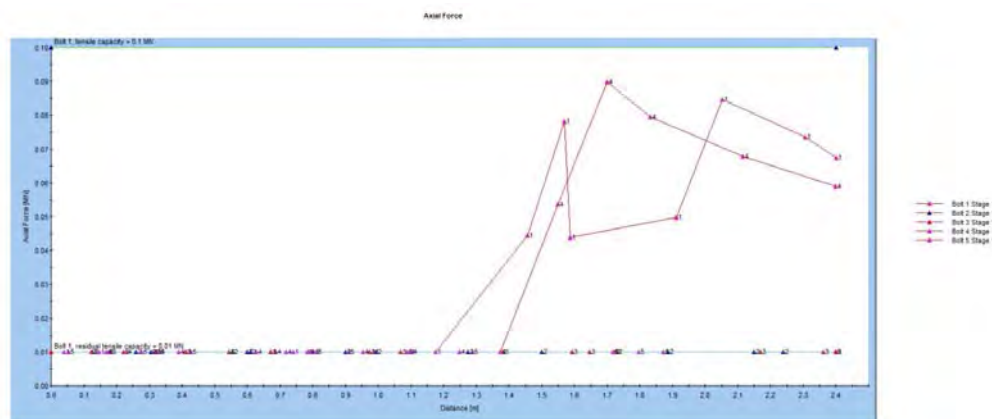
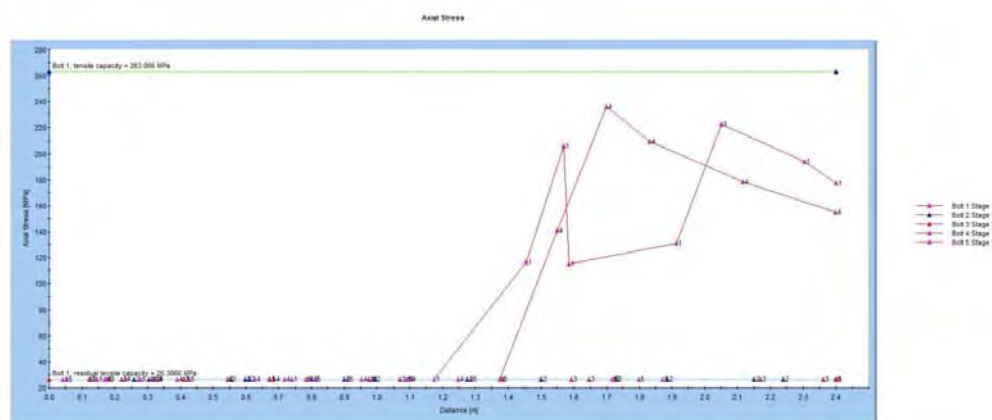


Figure 6 Maximal and minimal loading on 1.8 m long AT rockbolts

Axial forces and axial stresses in AT rockbolts (2.4 m long, lower level roadway) are shown on figures 7 and 8.



**Figure 7** Axial forces in 2.4 m AT rockbolt in lower roadway



**Figure 8** Axial stresses in 2.4 m AT rockbolt in lower roadway

Maximal loads on AT rockbolts for all three cases are given in table 3. Also it should be noted that maximal loads occurs in centre bolts for each case, regardless to length of the bolt.

**Table 3** Maximal loads on bolts

Bolt length and bolt no.	Load
2.4 m (upper roadway, bolt #3)	89.9 kN
2.1 m (upper roadway, bolt #3)	90.5 kN
1.8 m (lower roadway, bolt #3)	89.6 kN

As it can be seen from figures above, maximal loads on the AT rockbolts is approximately 90 kN, meaning that rockbolts are not subjected to plastic deformation. Also, it is very important that these values are corresponding to forces determined with short encapsulated pull-out test (table 2), thus providing additional confirmation and reliability to selected approach of results verification.

#### 4. Conclusion

Short encapsulation pull-out tests from coal were performed in "Soko" coal mine (table 2) with average bond strength of 105 kN. This results are good, regarding evaluation of load transfer from the rock to the full

column resin bonded bolts Load transfer characteristics are of sufficient strength, thus enabling reinforcement of the surrounding rock mass with AT rockbolts.

Results obtained during experimental part of the research provided base for the next stage of the project development, which includes numerical modelling of AT roof support parameters.

Research presented in this article confirmed approach by numerical modelling of AT roof support in almost full concurrence with pull-out tests results. Therefore, it can be concluded that developed model are reliable and can be used for more detailed modelling of AT roof bolting parameters.

#### Acknowledgment

Research described in this paper was performed during development of the project "Research on possibility for AT (Advanced Technology) rockbolting application in mines for the purpose of increasing work safety and production efficiency" (TR33025). Development of this project is financed by Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia.

## 5. References

- [1] Molinda G. M., Mark C.: Coal Mine Roof Rating (CMRR): A Practical rock mass rating for coal mines, Pittsburgh, PA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, IC 9387 (1994);
- [2] Lang T. and Bischoff J.: "Stabilization of Rock Excavations Using Rock Reinforcement," Proceedings 23rd U.S. Symposium on Rock Mechanics, AIME, New York, pp. 935-944. (1982);
- [3] Bieniawski Z.T.: Strata control in mineral engineering. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc. (1987);
- [4] Jun Lu L.: A New Rock Bolt Design Criterion and Knowledge-Based Expert System For Stratified Roof, Dissertation, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University (1999);
- [5] Molinda G. M., Mark C.: Design of Roof Bolt Systems. In: New Technology for Coal Mine Roof Support. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centres for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2000-151, IC 9453 (2000);
- [6] Singer S.P., Field verification of load transfer mechanics of fully grouted roof bolts, Report of Investigation 9301, US Department of the Interior, Bureau of Mines (1990);
- [7] Zipf, Jr., R. K. Numerical modelling procedures for practical coal mine design, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centres for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Pittsburgh Research Laboratory, Pittsburgh, PA, USA, CDC 9126;
- [8] Jalalifar, H., Aziz, N. (2012). Numerical simulation of fully grouted rock bolts. In M. Andriychuk (Eds.), Numerical Simulation: From Theory to Industry (pp. 607-640), University of Wollongong, Faculty of Engineering and Information Sciences (2012)
- [9] Milisavljević V., Izbor elemenata sistema AT viseće podgrade za rudnike uglja sa podzemnom eksploatacijom u Srbiji, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet (2010);
- [10] Milisavljević V., Ristović I., Čokorilo V., Lilić N., Denić M., Improvement of roadway stability in Serbian underground coal mines, Proceedings of 4<sup>th</sup> Balkan Mining Congress, 18-20 October 2011, Ljubljana, Slovenia, p. 533-538 (2011);
- [11] Milisavljević V., Ristović I., Čokorilo V., Rockbolting installation trial in Soko underground coal mine, 12th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2012 14 - 17. September 2012, Vrnjačka Banja, Serbia, p. 1114-1118 (2012);
- [12] Milisavljević V., Ristović I., Čokorilo V., Installation trial of at rockbolts in Štavalj underground coal mine, 13th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2013 12 - 15. September 2013, Kopaonik, Serbia, p. 862-868 (2013);
- [13] Elaborat o rezervama uglja u rudniku Soko sa stanjem 31.12.2004. godine, JP PEU Resavica, Biro za projektovanje i restrukturiranje rudnika (2004);

## Authors' addresses

**Vladimir Milisavljević, Assist. Prof.Dr.**  
University of Belgrade  
Faculty of Mining and Geology  
Džušina 7,  
11000 Belgrade, Serbia  
[vladimir.milisavljevic@rgf.bg.ac.rs](mailto:vladimir.milisavljevic@rgf.bg.ac.rs)

**Dražana Tošić, Junior Lecturer, BSc**  
Univerzitet of Banja Luka  
Faculty of Mining Prijedor  
Save Kovačevića bb  
79101 Prijedor  
Bosnia and Herzegovina  
[drazana.tosic@unibl.rs](mailto:drazana.tosic@unibl.rs)

**Vojin Čokorilo, Prof.Dr.**  
University of Belgrade  
Faculty of Mining and Geology  
Džušina 7,  
11000 Belgrade, Serbia  
[vojin.cokorilo@rgf.bg.ac.rs](mailto:vojin.cokorilo@rgf.bg.ac.rs)

**Ivica Ristović, Assoc. Prof.Dr.**  
University of Belgrade  
Faculty of Mining and Geology  
Džušina 7,  
11000 Belgrade, Serbia  
[ivica.ristovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:ivica.ristovic@rgf.bg.ac.rs)

## **В.5 УЧЕШЋЕ У ОРГАНИЗАЦИОНИМ И НАУЧНИМ ОДБОРИМА КОНФЕРЕНЦИЈА И ЧАСОПИСА**

Проф. др Ивица Ристовић је Гост Уредник у истакнутом међународном часопису „ENERGIES“ (ISSN 1996-1073) (ИФ 2,072) - Special Issue "Selected Papers from the 5th International Symposium on Mining and Environmental Protection", Basel, Switzerland.  
([http://www.mdpi.com/journal/energies/special\\_issues/5th\\_MEP\\_conf](http://www.mdpi.com/journal/energies/special_issues/5th_MEP_conf))

**Члан** је међународног научног одбора међународног часописа RMZ - Materials and Geoenvironment (Materiali in geookolje) ISSN 0035-9645, 1952-1997, Faculty of Natural Science and Engineering, Ljubljana, Velenje Coal Mine, Velenje and Institute for Mining, Geotechnology and Environment (IRGO), Ljubljana, Slovenia.

**Члан** је научног одбора часописа националног значаја "Underground Mining Engineering - Подземни радови", YU ISSN: 0354-2904, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, Србија.

Поред тога био је и:

- Председник организационог одбора, Уредник Зборника радова, и члан Научног одбора Међународног симпозијума Енергетско Рударство ЕР, РГФ, Београд (2007, 2008, 2010).
- Председник организационог одбора, Уредник Зборника радова и члан Научног одбора Интернационалног симпозијума о Заштити животне средине у рударству МЕП, РГФ, Београд (2015).
- Потпредседник организационог одбора и члан научног одбора Интернационалног симпозијума о транспорту и извозу ИСТИ, РГФ, Београд.
- Потпредседник организационог одбора Међународне конференције Investigation, Production and Use of Steel Ropes, Conveyors and Hoisting Machines, ТУ Кошице, БЕРГ факултет, Кошице, Словачка.
- Члан научног одбора Међународне конференције ECOS 2011, Нови Сад.
- Члан научног одбора Међународне конференције Sustainable development of energy water and environment systems, Дубровник.
- Члан научног одбора Међународног симпозијума Заштита животне средине у индустријским подручјима, Факултет техничких наука, Косовска Митровица.

## **Г. УЧЕШЋЕ И РУКОВОЂЕЊЕ ПРОЈЕКТИМА**

Др Ивица Ристовић је активан учесник у већини научних и стручних пројеката и студија који се реализују на Катедри за пројектовање и планирање површинских копова и на Рударском одсеку. Учествовао је у реализацији преко **50** научних и стручних пројеката, студија и елабората, од којих су најважнији они Пројекти који су финансирани од стране Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, као и **4** Међународна билатерална пројекта од којих је на **1** био руководилац Пројекта.

Пројекти који су финансирани од стране Министарства за науку и технологију:



1. НИП 08M07: Истраживање нових технологија и метода експлоатације, опреме и управљачких система у циљу рационалног искоришћења енергетских минералних сировина, Београд, 1995-2000.
2. ТР 0217: Унапређење технолошких процеса подземне експлоатације угља у новонасталим условима привређивања, Београд 2002-2003.
3. ТР 0247: Ревитализација и модернизација система роторни багер транспортер-одлагач на површинским коповима, Београд 2002-2003.
4. ТР: Подземна експлоатација малих лежишта минералних сировина, Београд, 2002-2003.
5. ЕЕ 210189: Управљање процесом хомогенизације угља у циљу повећања искоришћења нискоквалитетних угљева и уштеде мазута у термоелектранама, Београд, 2004-2005.
6. ЕЕ 1018А: Повећање енергетске ефикасности континуалних транспортних система са траком у рудницима угља са подземном експлоатацијом рационализацијом и увођењем система аутоматског управљања, Београд, 2005.
7. ТР 6641А Оптимизација система за транспорт ископине, превоз људи и допрему репроматеријала у подземним рудницима угља Србије, Београд, 2005-2007.
8. ТР 17021: Истраживање технологија транспорта угља из рудника кроз природне и урбане средине, Београд, 2008-2010 (**Руководилац Пројекта**).
9. ТР 33025: Истраживање могућности примене АТ висеће подграде у рудницима у циљу повећања безбедности рада и ефикасности производње. Београд, 2011-2016.
10. ТР 33039: Унапређење технологије површинске експлоатације лигнита у циљу повећања енергетске ефикасности, сигурности и заштите на раду, Београд, 2011-2016.

Пројекти међународне билатералне сарадње:

1. Research of Environment-Friendly External Ore Conveyance, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology – TU Košice, BERG Faculty, 2004-2006.
2. Information Systems in Transport of Mineral Raw Materials, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology – TU Košice, BERG Faculty, 2006-2008.
3. Design of Logistics Model for Mining Enterprise with Application of the Principles of Transport and Reverse Logistics, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology – TU Košice, BERG Faculty, 2010-2011.
4. Визуелизација и мониторинг транспортних система у рудницима применом 3д ласерских скенера. University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology - Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija, 2014-2015 (**Руководилац Пројекта**).

#### **Д. ЧЛАНСТВА У УДРУЖЕЊИМА И ПРОФЕСИОНАЛНЕ АКТИВНОСТИ**

Др Ивица Ристовић је:

- Члан савета Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду 2007–2009.
- Заменик Шефа Рударског одсека од 2009-2012.
- Шеф Рударског одсека 2012-2015.
- Председник Групације за енергетско рударство ПК Србије 2007 и даље.
- Члан Групације за заштиту животне средине ПК Србије 2007 и даље.
- Члан Групације за обновљиве изворе енергије и енергетску ефикасност ПК Србије 2004-2006.

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На расписани конкурс за радно место **Редовног професора** за ужу научну област **Транспортни и извозни системи**, пријавио се један (1) кандидат: **др Ивица Ристовић**, ванредни професор на Катедри за пројектовање и планирање површинских копова, Рударског одсека, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду.

Детаљно анализирајући наставничку, научну и стручну активност др Ивице Ристовић, Комисија је констатовала да се ради о афирмисаном научном раднику, једном од водећих стручњака на пољу Транспортних и извозних система у рударству код нас.

Комисија је размотрила поднету документацију и закључила да кандидат др Ивица Ристовић има:

- **Докторат** из научне области рударство за коју се бира;
- **Укупно 173 објављених научних и стручних радова** укључујући магистратуру, докторат, уџбеник, практикум, монографије и поглавља у монографијама националног и међународног значаја који представљају допринос афирмацији и развоју транспорта и извоза у рударству и заштити животне средине при транспорту минералних сировина. Од овог броја **29** радова је публиковано у часописима националног значаја, **42** рада на националним скуповима, **62** рада на међународним конгресима и симпозијумима, и **11** радова у научним часописима међународног значаја.
- У периоду од избора у звање ванредног професора објављених **5 радова у међународним часописима са СЦИ листе са ИФ**, **2** предавања по позиву са међународног скупа штампаних у целини, **12** радова на међународном скупу, **2** рада у водећим часописима националног значаја, **1** рад у часопису националног значаја, **2** предавања по позиву са скупа међународног значаја, **1** саопштење са скупа националног значаја штампано у целини.
- У периоду од избора у звање ванредног професора публиковано **1** поглавље у тематском зборнику водећег међународног значаја, **4** поглавља у тематском зборнику међународног значаја,
- Гост уредник је у **1** истакнутом међународном часопису. Уредник је **1** зборника саопштења са међународног скупа.
- Активно је учествовао у реализацији **10** пројеката које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Био је руководиоца **1** пројекта.
- Учесник је **4** међународна Пројекта - билатералне сарадње, а био је руководиоца **1** Пројекта.
- Од избора у звање ванредног професора коаутор је **1** "Новог производа или технологије уведене у производњу (М81) и **1** "Битно побољшаног постојећег производа или технологије (М84).
- Од избора у звање ванредног професора др Ивица Ристовић је учествовао у реализацији **14** завршних радова, од чега је у **2** завршна рада био ментор. Учествовао је у комисији за одбрану **20** мастер радова од којих је на **1** био ментор. Ментор је на **3** докторске дисертације које су у току, а био је члан комисије за одбрану **1** докторске дисертације.
- Од доласка на Рударско-геолошки факултет друштвено је веома активан. Био је члан савета Рударско – геолошког факултета, заменик Шефа Рударског одсека и Шеф рударског одсека. Тренутно је заменик Шефа Катедре за пројектовање и планирање површинских копова, Рударског одсека, Рударско-геолошког факултета.

- Задужен је за одржавање предавања и вежби на 4 предмета на основним академским студијама, 2 предмета на дипломским академским студијама и 2 предмета на докторским студијама.
- Према резултатима студентског вредновања наставника, од избора у звање ванредног професора, др Ивица Ристовић је добио одличне просечне оцене: за школску 2011/2012 (4,46; 5,00; 4,68; 5,00), за школску 2012/2013 (4,74; 4,89; 4,70; 4,87; 5,00), за школску 2013/2014 (4,69; 5,00; 4,35; 4,87; 4,74), за школску 2014/2015 (4,86; 4,82; 4,86; 4,88; 4,74; 5,00; 4,31; 4,84; 5,00; 5,00; 4,89; 5,00; 5,00), за школску 2015/2016 (5,00; 5,00).

На основу напред изнетог као и на основу Критеријума за стицање звања наставника на Универзитету у Београду, комисија је закључила да кандидат др Ивица Ристовић у потпуности испуњава услове за избор у звање редовног професора, и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, да се др Ивица Ристовић, дипл. инж. руд. изабере у звање **РЕДОВНОГ ПРОФЕСОРА ЗА НАУЧНУ ОБЛАСТ - РУДАРСТВО, УЖУ НАУЧНУ ОБЛАСТ - ТРАНСПОРТНИ И ИЗВОЗНИ СИСТЕМИ**, на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду.

Београд, 27.05.2016. године

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Божо Колоња, редовни професор, Рударско-геолошки факултет  
Универзитет у Београду

---

Др Драган Игњатовић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет  
Универзитет у Београду

---

Др Никола Лилић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет  
Универзитет у Београду

---

Др Благоје Недељковић, редовни професор, Факултет техничких наука,  
Косовска Митровица, Универзитет у Приштини

---