



**ЗРГИМ**

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**03 ÷ 05. 11. 2017 година  
Охрид**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

Главен и одговорен уредник:

**Проф. д-р Дејан Мираковски**

Уредник:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

За издавачот:

**м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

Изработка на насловна страна:

**Асс. д-р Ванчо Аџиски**

Печатница:

**Дуна, Скопје**

Година:

**2017**

Тираж:

**150 примероци**

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'17 (8; 2017; Охрид)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / X

стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'17 03-05.11.2017 година Охрид;

[главен и одговорен уредник Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски]. - Штип:

НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2017-286 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири

COBISS.MK-ID 99826186

***Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.***



## ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)



## КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

## НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Слободан Вујиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.  
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;  
Проф. д-р **Петар Атанасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

## **ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:**

### **Претседател:**

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип.

### **Потпретседатели:**

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
**Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
**Митко Крмзов**, Еуромакс Ресурсис, Струмица.

### **Генерален секретар:**

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

## **ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:**

**Митко Крмзов**, Еуромакс Ресурсис, Струмица;  
**Мице Тркалески**, Мермерен комбинат, Прилеп;  
**Зоран Костоски**, Мраморбјанко, Прилеп;  
**Шериф Алиу**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Филип Петровски**, Минерал проект, М. Каменица;  
**Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
м-р **Драги Пелтечки**, Еуромакс Ресурсис, Струмица  
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;  
м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.  
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;  
м-р **Зоран Богдановски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;  
м-р **Костадин Јованов**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;  
**Ненад Лазаровски**, ДУНА Скопје;  
**Чедо Ристовски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
**Антонио Антевски**, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;  
**Дарко Начковски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Димитар Стефановски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Драган Насевски**, ГИМ, Скопје;  
**Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;  
**Миле Стефанов**, Рудник “Бањани”, Скопје;  
**Живко Калевски**, Рудник “Осломеј”, Кичево;  
**Марија Петровска**, Стопанска Комора, Скопје;  
**Љупчо Трајковски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Емил Јорданов**, ГД “Гранит” АД, Скопје;  
**Пепа Мицев**, “Ве група”, Радовиш;  
**Орхан Рамадановски**, “Кнауф”, Дебар;

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Асс. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип.

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:  
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА  
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”  
- со меѓународно учество –**

---

**03 Ноември 2017, Охрид**  
Република Македонија

**ОРГАНИЗАТОР:**

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

**КООРГАНИЗАТОР:**

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)



**ЗРГИМ**

## **X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**Охрид  
03 ÷ 05. 11. 2017 год.**

## **ПРЕДГОВОР**

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните девет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 и 2016 год.) учествуваа повеќе автори од 10 држави, кои презентираа 242 стручни трудови.

За ова десетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '17) пријавени се 33 труда, на автори од 2 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



**AMGEM**

**X EXPERT CONFERENCE THEMED:**

**“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”**

**PODEKS - POVEKS '17**

**Ohrid  
03 ÷ 05. 11. 2017.**

## **FOREWORD**

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 10 countries participated in the previous nine conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 and 2016) presenting 242 expert papers. Thirty-three authors from 2 countries have registered their expert papers for the X<sup>th</sup> conference (PODEKS - POVEKS '17).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

Охрид  
03 ÷ 05. 11. 2017 год.

## СОДРЖИНА

### ЗАШТИТА НА ЖИВОТНА И РАБОТНА СРЕДИНА

<b>МОНИТОРИНГ НА ПРАШИНА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА, ЗОШТО И КАКО? * Дејан Мираковски, Николајчо Николов, Борче Гоцевски, Марија Хаџи-Николова, Иван Боев.....</b>	<b>1</b>
<b>СЛЕДЕЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВО ОКОЛИНАТА НА ПРЕДЛОЖЕНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП „ИЛОВИЦА-ШТУКА“ * Драги Пелтечки, Вера Ѓоргиева, Теодора Стојанова, Љубица Панова, Никола Механџиски, Митко Крмзов.....</b>	<b>10</b>
<b>УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ВО РУДНИК САСА * Марија Стојановска.....</b>	<b>25</b>
<b>МЕТОДИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ЦИЈАНИДИ ОД РУДНИЧКИ ВОДИ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов, Борис Крстев.....</b>	<b>32</b>
<b>ИНТЕНЗИТЕТ НА ВРНЕЖИТЕ И АНАЛИЗА НА ГОЛЕМИ ВОДОТЕЦИ ВО РУДНИКОТ „СУВОДОЛ“ – БИТОЛА * Костадин Јованов.....</b>	<b>42</b>
<b>НЕУТРАЛИЗАЦИЈА НА ПОВРШИНАТА НА ДЕПОНИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ ВО КОМПЛЕКСОТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КАТОДЕН БАКАР „КАЗАНДОЛ“ – ВАЛАНДОВО * Трајче Бошевски.....</b>	<b>51</b>
<b>ПЛАН ЗА ВОНРЕДНИ СОСТОЈБИ – СУШТИНСКИ ДЕЛ ОД СИСТЕМОТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО БЕЗБЕДНОСТА ПРИ РАБОТА * Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Борче Гоцевски, Станке Тасковски.....</b>	<b>56</b>
<b>БЕЗБЕДНА РАБОТА ВО ЗАТВОРЕНИ (ОГРАНИЧЕНИ) ПРОСТОРИ * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Марија Хаџи – Николова, Стојанче Мијалковски.....</b>	<b>64</b>
<b>СИСТЕМ ЗА ИНСТАЛИРАЊЕ И АПЛИКАЦИЈА НА “QR КОД” ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА * Ванчо Аџиски, Далибор Серафимовски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски.....</b>	<b>72</b>
<b>МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА ЗА РАКУВАЧИТЕ НА РУДАРСКИ МАШИНИ ВО ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Анкица Илијева Стошиќ.....</b>	<b>82</b>

## СОВРЕМЕНА РУДАРСКА ПРАКТИКА

<b>ИСЦРТУВАЊЕ НА ИЗОХИПСИ ЗА ПОТРЕБИ ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА</b> * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева.....	91
<b>ВЛИЈАНИЕ НА РЕЖИМОТ НА ДУПЧЕЊЕ НА ОШТЕТУВАЊАТА КАЈ КРУНИТЕ ЗА ДУПЧЕЊЕ</b> * Ристо Дамбов, Николинка Донева, Илија Дамбов.....	103
<b>PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE COMBINED TECHNOLOGY FOR QUARRYING UTILIZING CHAIN CUTTERS AND DIAMOND WIRE SAWS</b> * Ivaylo Kopriv, Dimitar Kaykov.....	112
<b>ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА НА НЕЕКСПЛОЗИВНИ СМЕСИ ЗА ЦЕПЕЊЕ И ДОБИВАЊЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНИ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ</b> * Ристо Дамбов, Никола Р'жаникоски, Игор Стојчески, Илија Дамбов.....	119
<b>УПОТРЕБА НА СОФТВЕРИ И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ СО ЦЕЛ ЗА ПОЕФИКАСНИ И ПОБЕЗБЕДНИ МИНИРАЊА ВО ПОВРШИНСКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Орхан Рамадановски.....	126
<b>АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО ШКРИЛЕЦ СО ПРИМЕНА НА ДВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДНИК „САСА“</b> * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Ивановски, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски.....	135
<b>ТЕНДЕНЦИЈА ЗА ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНА ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНА МЕХАНИЗАЦИЈА ВО РУДНИКОТ “ЗЛЕТОВО”</b> * Дарко Начковски, Ванчо Гоцевски.....	141
<b>КЛАСИФИКАЦИЈА НА ПЕПЕЛТА ОД ТЕРМОЦЕНТРАЛАТА РЕК БИТОЛА ВО МАКЕДОНИЈА И МОЖНОСТИ ЗА НЕЈЗИНА УПОТРЕБА</b> * Тена Шијакова-Иванова, Весна Зајкова Панова, Виолета Стефанова, Виолета Стојанова.....	153
<b>ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ И ЕКОЛОШКИ ПРЕДНОСТИ НА НЕКОНВЕНЦИОНАЛНИ МЕТОДИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ</b> * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски.....	161
<b>НЕКОИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕИЗМИЧНОСТА НА ПОДРАЧЈЕТО РАДОВИШ-СТРУМИЦА-ВАЛАНДОВО (Р. МАКЕДОНИЈА)</b> * Ристо Поповски, Зоран Панов, Лазо Пекевски, Благица Донева, Радмила Каранакова Стефановска.....	168

## ГЕОТЕХНИКА И ГЕОЛОГИЈА

<b>СОВРЕМЕНИ МЕТОДИ ЗА ГЕОТЕХНИЧКИ МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРАЊЕ КАЈ ПОВРШИНСКА И ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Игор Пешевски, Јован Бр. Папик, Милорад Јовановски.....	179
<b>ОДРЕДУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ГРАДЕЖНО-ТЕХНИЧКИ КАМЕН</b> * Љупче Ефнушев, Ѓорѓи Димов, Благица Донева.....	191

<b>ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВАРОВНИКОТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО “РАШАНЕЦ” И НИВНА КОРЕЛАЦИЈА СО БРЗИНАТА НА ЕЛАСТИЧНИТЕ БРАНОВИ</b> * Ѓорѓи Димов, Војо Мирчовски, Виолета Стефанова, Гоше Петров, Благица Донева.....	199
<b>ГЕОМЕТАЛУРГИЈА</b> * Марјан Делипетрев, Гоце Златков, Благица Донева, Зоран Панов, Радмила Каранакова Стефановска, Ристо Поповски, Крсто Блажев.....	207
<b>НАОЃАЛИШТЕ ЗА ЈАГЛЕН „ЛАВЦИ,, - РЕСЕН</b> * Александар Стоилков, Ласте Ивановски, Маја Јованова, Пеце Муртановски.....	215
<b>МЕНАЏМЕНТ, ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ И РУДНИЧКА ГЕОЛОГИЈА</b> * Орце Спасовски.....	225
<b>ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА НА РУДНАТА ЖИЦА БР. 4 ОД РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “ЗЛЕТОВО”</b> * Никола Богатиновски.....	235
<b>ПОТЕНЦИЈАЛ НА ПРИЛЕПСКО ПОЛЕ ВО ОДНОС НА ЈАГЛЕНОСНОСТА</b> * Александар Стоилков, Пеце Муртановски, Маја Јованова, Сашо Цветковски...	244
<b>ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛУВИЈАЛНО ЗЛАТО ОД НЕКОИ ЛОКАЛИТЕТИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА</b> * Виолета Стефанова, Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчовски.....	250
<b>ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ</b> * Благица Донева, Тодор Делипетров, Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Ѓорѓи Димов.....	258
<b>СЕКУНДАРНИ СИЛИЦИСКИ СУРОВИНИ ВО КВАРТЕРНИ КОНТИНЕНТАЛНИ ФОРМАЦИИ</b> * Крсто Блажев, Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Марјан Делипетрев.....	267
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КРЕДНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО ВАРДАРСКАТА ЗОНА</b> * Гоше Петров, Виолета Стојанова, Војо Мирчовски.....	272
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФИЈА НА ЕОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО СРПСКО-МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈ</b> * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Тена Шијакова-Иванова.....	280



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**X<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

Охрид  
3 – 5.11.2017 год.

## **МОНИТОРИНГ НА ПРАШИНА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА, ЗОШТО И КАКО?**

**Дејан Миравовски<sup>1</sup>, Николајчо Николов<sup>2</sup>, Борче Гоцевски<sup>3</sup>,  
Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>, Иван Боев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет „Гоце Делчев“, Факултет за природни и технички науки,  
Штип, Македонија

<sup>2</sup>Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш, Македонија

<sup>3</sup>Рудник за олово и цинк “САСА” ДООЕЛ, М. Каменица, Македонија

**Апстракт:** *Покрај постоењето на строга и обемна законска регулатива, како и значењето на обезбедување на безбедна и здрава животна и работна средина, постоењето на ефикасни програми за мониторинг на прашината како еден од најчесто споменуваните проблеми асоцирани со рударството, се повеќе исклучок отколку правило. Поради тоа во рамките на овој труд е направен обид да се сумираат основните карактеристики на прашината важни за дефинирање на соодветни мониторинг програми, основните прописи кои ја регулираат оваа област, како и постојните стратегии и техники на мониторинг.*

**Клучни зборови:** *мониторинг, рударство, индустрија.*

## **MONITORING DUST IN MINING INDUSTRY – BASIC APPROACH**

**Dejan Mirakovski<sup>1</sup>, Nikolajco Nikolov<sup>2</sup>, Borce Gocevski<sup>3</sup>,  
Marija Hadzi-Nikolova<sup>1</sup>, Ivan Boev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Goce Delchev University, Faculty of Natural and Technical Sciences, Stip, Macedonia

<sup>2</sup>Mine for copper “Bucim”, Radovis, Macedonia

<sup>3</sup>Mine lead and zinc “SASA” LTD, M. Kamenica, Macedonia

**Abstract:** *Regardless of ever-tightening regulations concerning air quality, and importance of safe and clean environment for mines workers and neighbors, efficient and effective monitoring programs are rather rare. Therefore this paper present and effort to collect and summarize mineral dusts specifics important for monitoring program design, as much as regulation background and available monitoring strategies and technologies.*

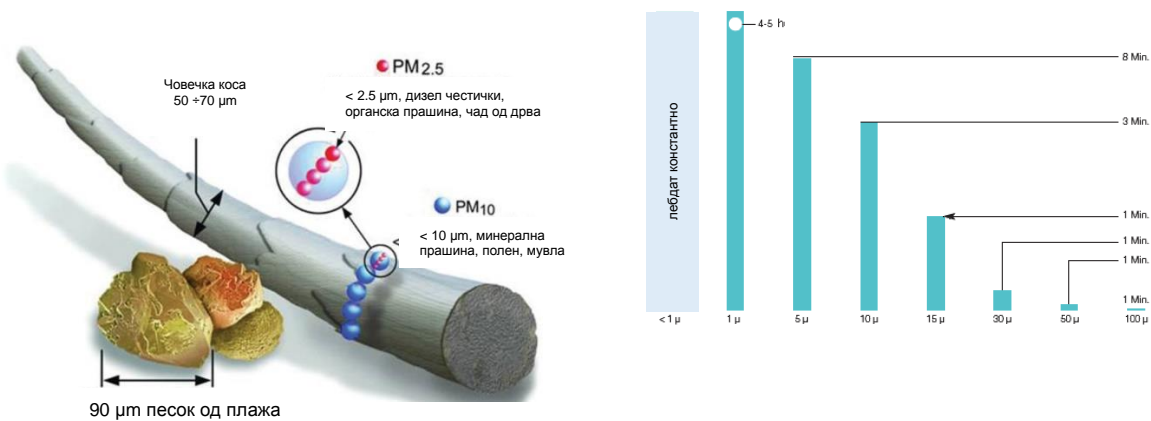
**Key words:** *monitoring, mining, industry.*

### **1. ВОВЕД**

Под терминот прашина се подразбираат сите ситнозрни цврсти честички (аерсоли) кои во одредени услови може да лебдат во воздушната средина и постепено се таложат под дејството на гравитацијата (Glossary of Atmospheric

Chemistry Terms, IUPAC, 1990). Однесувањето на честичките суспендирани е комплексен процес условен од многу меѓусебно поврзани фактори, пред се физичките и хемиските својства на честичките од една страна и условите на средината во која се суспендираат од друга страна. Сепак, доволно симплифицирано, брзината на таложење, а со тоа и зоната на дисперзија и во најголема мера ефектите врз околината зависат од големината на суспендираните честички, која може да варира од екстремно мала (во опсегот на нанометри) до прилично големи (околу 10 дел од милиметарот).

Нормално, поголемите честички се депонираат од воздухот за кратко време и растојание, додека помалите честички остануваат суспендирани во воздухот за значително подолго. На пример, честички со аеродинамичен дијаметар од 15 до 50  $\mu\text{m}$  имаат тенденција да се таложат многу брзо, најчесто во непосредна близина на изворот. Честичките со аеродинамичен дијаметар од 5 до 10  $\mu\text{m}$  остануваат нешто подолго во воздухот, иако и тие не можат да поминат долги растојанија во мирна атмосфера. Поситните фракции (< 2,5  $\mu\text{m}$ ) имаат екстремно мал степен на таложење и остануваат многу подолго во атмосферата, а можат да поминат километри пред да се исталожат.



а. б.  
**Слика 1.** а). Димензии на прашина (превземено од: УС ЕПА),  
 б). Време на таложење во мирна соба (превземено од: tbh-online.com)

Иако покрупните фракции на суспендирани честички бргу се таложат во релативно ограничен простор (пред се околу изворите), нивната дисперзија може да резултира со потенцијални негативни ефекти. Самото присуство на прашина, без оглед на нејзиниот состав и зона на дисперзија, може да предизвика непријатности со нејзиното ширење низ просторот, како намалена видливост, солидификација на почвата (потенцијално да има влијание врз вегетацијата и без-рбетниците), а доколку има токсични или корозивни својства може сериозно да го загрози здравјето на луѓето и животните, и да предизвика големи штети врз почвите, вегетацијата и опремата.

Честичките со аеродинамичен дијаметар помал од 10  $\mu\text{m}$  (се означуваат како PM10) можат да пенетрираат во респираторниот систем (поради што се нарекуваат уште и респирабилни честички), но посебно опасни се честичките со дијаметар помал од 2.5  $\mu\text{m}$  (се означуваат како PM 2.5), поради можноста да навлезат до алвеолите, како и поради нивната поголема мобилност и висок степен на реактивност. Овие опасни својства се дополнително зголемени со специфичните хемиски и механички дејства на честичките.

## 2. ПРАШИНА ВО МИНЕРАЛНАТА ИНДУСТРИЈА

Специфично за минерална индустрија, а пред се за операциите на примарна подготовка, трансфер и складирање на минералните сировини, доминантно учество во суспендираните во воздухот честички имаат покрупните фракции и тоа од 15 до 30  $\mu\text{m}$  и од 15 до 10  $\mu\text{m}$ . Респирабилната фракција  $\leq 10 \mu\text{m}$  има месено учество од 10 до 30 % во вкупните емисии на суспендирани честички, а фракцијата  $\leq 2.5 \mu\text{m}$  (која вообичаено е поврзана со термалните процеси) има занемарливо ниски емисиони фактори( Извор: AP-42 Збирка на факторите на емисии за загадувачи на воздухот на Агенција за заштита на животната средина на САД (<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s09.pdf>)).

Друга специфична карактеристика на минералната индустрија е фактот дека најголем дел од емисиите во воздухот доаѓаат во форма на т.н. фугитивни емисии. Под фугитивни емисии на прашина се подразбираат сите емисии на цврсти честички кои не се ослободени преку контролираните системи за вентилација односно издувните канали или оџаците (т.н. точкасти извори). Кај фугитивните емисии, честичките се дисперзираат во воздушната средина под дејство на воздушните струења или механичките удари (или комбинација од двете) во релативно неограничен простор.



**Слика 2.** Примери за фугитивна емисија (Извор: Наташа Поповска)

За разлика од цврстите честички кои се емитираат од оџаците и издувните канали на вентилационите системи, фугитивната прашина не е поврзана со специфична локација или генерирана со одредена опрема. Примери на фугитивна прашина во рударството се емисиите на прашина од процесите на откопување, товарање, транспорт и класификација на материјалите, емисиите од големите отворени површини на отворените складови на готови производи или депониите на отпадни материјали. Емисиите произведени од вентилациите на крововите (ridgeline roof-vents), отворите за воздух и отворените врати на зградите (објектите), како и отворите од оштетувањата на опремата и ѕидовите се исто така примери на емисија на фугитивната прашина

Изворите на фугитивна прашина во рудниците, во зависност од геометриските карактеристики може да се поделат на линиски и површински. Линиски извори се патиштата, транспортните системи, откопните фронтови и сл. Површински извори се најчесто депониите на готови материјали или депониите на јаловина и отпад од процесите на преработка. Генерално гледано, а поради концентрација на активностите, површинските копови во целина може да се сметаат за површински извори на прашина.

Кај површинските извори карактеристично е што доминантен механизам на мобилизирање на честичките се воздушните струења односно процесите на воздушна ерозија и карактеристиките на материјалот, а помала улога има интензитетот на работните.



**Слика 3.** Еолска ерозија од отворени складови  
(Извор: <https://aucklandcoalaction.org/>)

Процесите на ерозија се посебно изразени кај ситнозрните и кртите материјали како на пример јаглените, флотациската јаловина, електрофилтерската пепел и сл. Кај депониите на овие материјали, а поради големиот процент на екстремно ситни честички, ветерот лесно го мобилизира ситнозрниот материјал па така, при појава на посилен ветер, се формираат облаци од прав кои ги дисперзираат честичките (зависно од нивните димензии) во пошироката околина.

### **3. ЗАКОНСКИ ПРОПИСИ**

Поради можните значителни негативни ефекти, како врз животната така и врз работна средина, нивоата на прашина се соодветно регулирани со соодветни законски норми и стандарди за двата аспекта.

Заштитата на животната средина во Република Македонија е регулирана во рамки на општиот закон за Закон за животната средина (Сл. Весник на РМ бр. 53/05, 81/05, 24/07, 159/08, 83/09, 48/10, 124/10, 51/11, 123/12, 93/13, 187/13, 42/14, 44/15, 129/15 и 192/15 и 39/16). Специфично, квалитетот на воздухот и заштитата на воздухот е елаборирана во Законот за квалитет на амбиенталниот воздух (Сл. Весник бр.67/04, 92/07; 47/11, 59/12, 163/13), дополнително регулиран со следниве подзаконски акти:

- Правилник за критериумите, методите и постапките за оценување на квалитетот на амбиентниот воздух (Сл. весник РМ 82/2006),
- Уредба за гранични вредности за нивоа и видови на загадувачки супстанции во амбиенталниот воздух и прагови на алармирање (Сл. Весник на РМ бр.50/05),
- Правилник за максимално дозволените концентрации и количества на други штетни материи од одделни извори на загадување (Сл. весник на СРМ бр.3/90),

Согласно, Уредбата за гранични вредности за нивоа и видови на загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и прагови на алармирање, рокови за постигнување на граничните вредности, маргини на толеранција за гранична

вредност, целни вредности и долгорочни цели („Службен весник на РМЗ, бр. 50/05), граничната вредност на суспендираните цврсти честички како загадувачки супстанции кои го определуваат квалитетот на амбиентниот воздух е дефинирана на следниов начин:

**Табела 1.** Гранични вредности на ниво на концентрации и маргини на толеранција за суспендирани честички со големина од 10 µm (PM10).

Параметар	Период за пресметување на просекот	Гранична вредност	Маргина на толеранција
24-часовна гранична вредност за заштита на човековото здравје	24 часа	50 µg/m <sup>3</sup> PM10, не смее да биде надмината повеќе од 35 пати во текот на една календарска година	25 µg/m <sup>3</sup> (50%) при денот на отпочнување на примената на оваа Уредба, со намалување натаму на секои 12 месеци во еднакви годишни проценти, за да се достигне 0%
Годишна гранична вредност за заштита на човековото здравје	Календарска година	40 µg/m <sup>3</sup> PM10	20 µg/m <sup>3</sup> (50%) при денот на отпочнување на примената на оваа Уредба, со намалување натаму на секои 12 месеци во еднакви годишни проценти, за да се достигне 0%

Овие прописи ги регулираат само концентрациите на суспендирани честички во амбиентот. Меѓутоа, процесите во минералната индустрија се карактеризираат со емисии на релативно покрупни фракции на честички, кои брзо се таложат во зоната непосредно околу постројките или нивната блиска околина. Поради спецификите и релативно ограничената употреба, за исталожена прашина нема релевантен национален стандард, а релативно малку стандарди се усвоени на меѓународно ниво.

Иако не постојат формални стандарди за исталожена прашина, Министерството за животна средина на Нов Зеланд препорачува нивоа помали од 4 g/m<sup>2</sup> месечно. Во Англија, нема официјални критериуми за оптовареност од исталожена прашина, но годишната стапка на таложење од 200 mg на m<sup>2</sup> на ден се зема како стандардна и практична вредност. Во табела 2 се прикажани критериумите за исталожена прашина усвоени на национално ниво во некои држави.

**Табела 2.** Критериумите за оцена на влијание за исталожена прашина на национално ниво во некои држави

Извор	Просечен период	Количество	
		g/m <sup>2</sup> месечно	mg/m <sup>2</sup> дневно
Канцеларија за заштита на животната средина во Нов Јужен Велс	Годишно	2 (максимално зголемување)	67
		4 (максимално ниво)	133
Министерство за животна средина од Нов Зеланд	Не е дефинирано	4 (како зголемување над поставените граници)	133
Федерална организација за животна средина во Германија	Годишно	10,5	350
Англија	Годишно	6	200



Западна Австралија	Месечно	4	133 (прво ниво на неудобност)
		10	333 (неприфатливо намалување на квалитетот на воздухот)
Малезија		4	133

Еден од најцелосно елаборирани стандарди, доаѓа од Националниот комитет на Република Јужна Африка SABS TC 146 SANS 1929; 2011. Стандардот предвидува четири поделби, што се користат при евалуацијата на таложењето на прашината, како што е прикажано во табела 3. Целта, дејството и праговите на алармирање за амбиенталното таложење на прашината се наведени во табела 4.

**Табела 3.** SANS 1929; 2011 Критериуми за оценување со поделба на исталожена прашина.

Бр.	Поделби	Стапка на таложење (mg/m <sup>2</sup> дневно, просечно 30 дена)	Коментар
1	Станбено подрачје	D < 600	Прифатливо за станбено и лесно комерцијално подрачје
2	Индустрија	D < 1200	Прифатливо за индустрија и тешко комерцијално подрачје
3	Акција	1200 < D < 2400	Потребно е испитување и санација ако овој степен се задржи два последователни месеци, или доколку се јави во повеќе од три за една година
4	Алармантно	D > 2400	Итна акција и санација е потребна по првата појава на надминување на стапката на таложење на прашина. Извештајот од надминувањето треба да биде доставен до надлежниот орган

**Табела 4.** SANS 1929; 2011 Цели, дејство и прагови на алармирање – исталожена прашина

Ниво	Стапка на таложење (mg/m <sup>2</sup> дневно, просечно 30 дена)	Просечен период	Дозволена фреквенција на надминување на стапката на таложење
Цел	300	Годишно	
Станбено подрачје	600	30 дена	Три месеци годишно, но не за два последователни месеци
Индустриско подрачје	1200	30 дена	Три месеци годишно, но не за последователни месеци
Праг на алармирање	2400	30 дена	Нема. Првата појава на надминување на стапката на прашина бара рехабилитација и задолжителен извештај до надлежните органи

SANS 1929; 2011 Стандардот наведува дека прашините што ги надминуваат утврдените стапки, но за кои може да се покаже дека се резултат на природни екстреми (климатски или геолошки случувања), се иземени од мерките за спроведување на целите и контролата. Природните сезонски варијации, како на

пример ветровитите месеци секоја година, не се сметаат за екстремни настани за оваа дефиниција.

Високата изложеност на суспендирани цврсти честички, покрај ризиците за загадување на животната околина, претставува и значаен ризик за непосредните вработени и опремата за работа, што е посебно изразено кај минералната индустрија поради карактеристично високиот удел на покрупни честички во вкупните емисии кој доминантно се задржуваат околу изворите.

#### 4. МОНИТОРИНГ ПРОГРАМИ

Основната цел на секој мониторинг програм за квалитет на воздухот е прибирање на доволна количина податоци ( , по стандардни методологии, за следење на состојбата со квалитетот на воздухот во непосредната околина на рудничките активности кои може да имаат негативно влијание врз квалитетот на воздухот и споредба на резултатите со националните и меѓународните прописи и стандарди.

Но во динамичната минерална индустрија, каде доминираат фугитивните емисии зависни од комплексни процеси и цела низа поврзани фактори, дефинирањето на програмите и нивната правилна имплементација е од особено значење,

Успешни програми за мониторинг, ќе бидат само оние кои целосно ќе се прилагодат на спецификите на индустријата, конкретните услови на локацијата, предвидените проектни активности и политики на операторот, но и ќе обезбедат соодветно ниво на економичност и ефикасност.

Соодветно на можните изворите на загадување на воздухот и реципиенти во зоната на активности, програмите за мониторинг вообичаено вклучуваат одредување на следниве податоци;

- Метеоролошки податоци (температура, релативна влажноста, брзина и правец на ветер, појава и количина на врнежи);
- Амбиентни концентрации на суспендирани честички (просечни концентрации на PM 10 на дневно, месечно и годишно ниво);
- Просечна дневна количина (во месечни интервали) на депонирана/исталожена прашина.

За одредени типови на минерални суровини, се препорачуваат и индикативни анализи на хемиски состав на суспендираните (PM 10) и исталожените честички во дадени временски интервали во летниот и зимскиот период.

Доколку постојат индикации, програмите за мониторинг може да вклучат и други загадувачки компоненти, кога во операциите се вклучени термални процеси или други позначајни извори на гасови, или доколку услови за природни емисии на гасови или други загадувачки компоненти кои би имале поголемо влијание врз квалитетот на животната средина во околината на рударските операции.

Иако одредени варијации се можни, поради фугитивната природа на емисиите, вообичаено програмите за мониторинг на прашина се дизајнираат да ги детерминираат изворите (т.н. периметарски мерења) или нивоата кај осетливите рецептори, додека кај поголемите индустриски капацитети, најчесто тоа е комбинација на двата пристапа.

Кај периметарските мерења, мерните локации се поставуваат на периметарот на активностите, најчесто во сите доминантни правци на струење на ветерот на дадената локација (најмалку на основните 4 правци). Во зависност од локалните услови, а пред се конфигурацијата на теренот и/или карактерот на

воздушните струења одредени отстапувања и намалување на мерните локации се можни, иако две локации би требало да претставуваат минимум за секој програм.

Кај мониторингот на рецепторите, мерните станици се лоцираат во или околу осетливите приемници, како соседни населби или важни екосистеми.

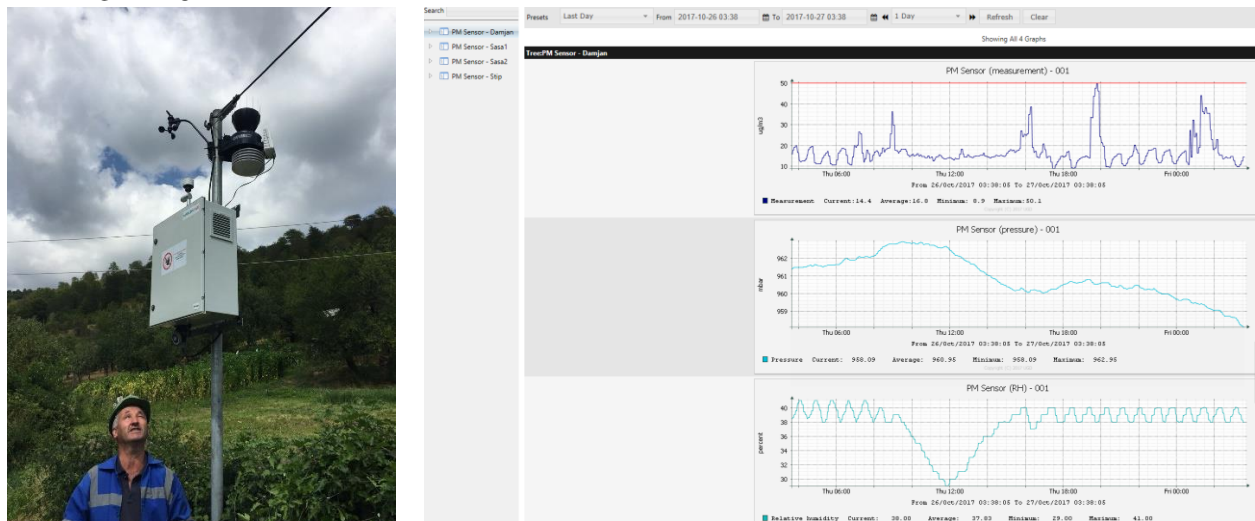
Во двата случаи основно е избраната локација да биде на отворен простор, без препреки на струењето во радиус од 15 метри.

Собраните податоци, во соодветни интервали на месечно, квартално и/или годишно ниво се обработуваат и споредуваат со пропишаните норми за квалитет на воздух.

Со цел да се обезбеди валидност на податоците, неопходно е исполнување на барањата пропишани во Правилникот за критериумите, методите и постапките за оценување на квалитетот на амбиентниот воздух (Сл. весник РМ 82/2006), што кај индикативните мерења подразбира временска покриеност од најмалку 80 % од деновите во текот на 1 година (повеќе од 250 денови годишно).

Заради потребата од голема временска покриеност, како и заради фугитивната природата на емисиите, единствено соодветна е примената на не-референтните методи на одредување на масена концентрација на цврсти честички во реално време, како на пример методите мерења во воздушен поток со распрскување на светлосен сноп и селекција на големината на честичките (на фракција PM10) со циклон со остар пресек. Овие системи овозможуваат мерење во реално време и упросечување на 1 минута, како и далечинска контрола и прибирање на податоците, а со тоа и поголема ефикасност и економичност на програмот за мониторинг.

Секако употребените уреди треба да бидат соодветно калибрирани, а нивната еквиваленција со референтниот метод, докажана согласно барањата на МКС EN 12341:2014.



**Слика 4.** Системи за онлајн за мониторинг на амбиентни концентрации на прашина

Вообичаено, референтните гравиметриски методи за одредување на PM10 масена фракција од суспендираните цврсти честички, согласно МКС EN 12341:2014, се дел од мониторинг програмите пред се за обезбедување материјал за хемиски анализи на суспендираните честички, но и при докажување на еквивалентноста и контролата на квалитетот на резултатите.

Мерење на исталожена прашина вообичаено поедноставна активност, која се реализира со собирање на исталожената прашина во т.н „фризби“ тип таложници со стандардни облик и димензии на отворот. Таложниците стратешки се лоцираат на перманентни локации во и околу зоната на активностите. Бројот на локации зависи од повеќе фактори, иако лоцирање во основните правци на струење на ветерот е минимум за секоја операција. Силно се препорачува и најмалку 1 локација надвор од зоната на влијание, како и редовна или повремена хемиска анализа на исталожената прашина.

Основните климатски параметри кои вклучуваат температура, брзина и правец на ветер, количина на врнежи и атмосферски притисок, вообичаени се мерат директно со автоматски метео-станции според WMO (светска метеоролошка организација) стандардите, кои најчесто се лоцираат до локациите на мониторинг на амбиентални концентрации.

## 5. ЗАКЛУЧОК

Денешното ниво на развој на технологиите на мониторинг, овозможува во целост развој на ефикасни и економична мониторинг програм, кој соодветно прилагодени може да ги задоволат специфичните барање на секоја рударска операција. Бенефитите од соодветен мониторинг програм се повеќекратни, а вклучуваат целосно исполнување на законските барања, подобро прифаќање на операциите во јавност, контрола на ефикасноста на примените мерки за намалување на прашината. На национално ниво веќе функционираат неколку успешни програми на мониторинг, кои треба да послужат како пример за целата индустрија.

## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дејан Мираковски, Марија Хаџи Николова, Загадување на воздух авторизирани предавања.
- [2] Интерна документација на Теренската лабораторија за животна и работна средина и електронска микроскопија, ФПТН, УГД, Штип
- [3] <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emission-factors>
- [4] <http://www.npi.gov.au/system/files/resources/7e04163a-12ba-6864-d19a-f57d960aae58/files/mining.pdf>