

ПРОЦЕНА РИЗИКА РУДНИКА МРКОГ УГЉА „РЕМБАС“ ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈА FIRE AND EXPLOSION RISK ASSEMENT FOR THE BROWN COAL MINE „REMBAS“

Сања Цвијетић, Слободан Шупић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД
КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА –

Кратак садржај: У раду је представљена процена ризика од пожара и експлозија за рудник мрког угља „Рембас“, укључујући сва 3 погона у саставу рудника. Поступак процењивања и садржај Процене су у складу са Упутством о Методологији за израду процене ризика од катастрофа и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама. У истраживачком делу рада, дат је увид у понашање рудника са подземном експлоатацијом у случају пожара и експлозија.

Кључне речи: Процена ризика, пожар и експлозије, подземни рудник угља, управљање ризиком.

Abstract: The paper presents the fire and explosion risk assessment for the Rembas brown coal mine. The assessment and the content of the assessment are in accordance with the Instruction on the methodology for the disaster risk assessment. In the research part of the paper, an insight into the behaviour of mines with underground exploitation in case of fire and explosions was given.

Keywords: Risk assessment, fire and explosion, underground coal mining, risk management

1. УВОД

У раду је представљена анализа понашања јама у случају пожара и експлозија, уз акценат на реакцију и учесталост пожара у рудницима са подземном експлоатацијом угља. Истакнуте су и неке од већих несрећа у рудницима проузроковане пожаром.

Повод истраживања везе између рудника и пожара јесте слаба информисаност о условима рада у рудницима угља. Руднике угља са подземном експлоатацијом поред физички напорног рада карактерише и низ других опасности: зарушавање, експлозија метана (CH₄) и угљене прашине, тровање угљен-моноксидом (CO), гушење угљен-диоксидом (CO₂), нагли продор воде, опасност од ротирајућих делова транспортних машина, као и друге опасности које су последица рада у скученом простору и слабе осветљености рударских просторија којима се крећу радници.

Гледано са стране безбедности у рудницима у случају пожара и експлозија, поставља се питање, да ли је и у којој мери безбедан рад у рудницима са подземном експлоатацијом мрког угља у Србији?

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада, чији ментор је био др Слободан Шупић, доцент.

Да ли су рудници са подземном експлоатацијом
безбедни по питању пожара и експлозија?

Руднички пожари јесу честа појава, а нарочито је то случај у подземној експлоатацији угља.

Због карактеристике самозапаљивости угља и угљене прашине, опасност од пожара и експлозија у рудницима са подземном експлоатацијом може бити у одређеној мери смањена, али не и потпуно елиминисана.

Егзогени пожари представљају пожаре настале спољашњим извором топлоте, који чине случајеви појаве отвореног пламена, појаве варничења, као и појава прекомерног загревања са којим долази до температурног стања сопствене самоупале запаљиве супстанце. Узроци егзогених пожара могу бити трење на транспортним тракама, неисправност електричних уређаја и инсталација, као и непрописан рад на аутогеним апаратима.

Ендогени пожари у рудницима угља су најчешћи пожари и настају процесом самозапаљења угља и трају током целе експлоатације. До самозапаљења угља долази најчешће код старих радова, тачније у откопном простору где има заосталог здробљеног угља који оксидира уз присуство кисеоника из ваздуха који делимично струји кроз откопни простор. Последице ендогених пожара су прекиди производње угља, као и губитак рударске опреме.

У рудницима угља са подземном експлоатацијом Србије примењује се класична стубна метода откопавања која за недостатак има велике губитке угља и спорије откопавање услед малог броја јамских радника, тако да су ендогени пожари честа појава у свим рудницима.

Појава пожара и експлозија у рудницима угља са подземном експлоатацијом се не смањује упркос развоју метода експлоатације, праћења утицаја експлоатације на животну средину, као и контроле потенцијалних опасности.

У стручном делу рада су дати резултати Процене ризика од потенцијалних опасности, у складу са Законом о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама („Сл. гл. Републике Србије“, бр. 87/2018) [1], уз примену Упутства о методологији за израду процене ризика („Сл. гл. РС“, бр. 80/2019) [2] за рудник мрког угља „Рембас“ и његове помоћне објекте.

Огранак РМУ „Рембас“ лоциран је у Ресавици, општини Деспотовац, а овај огранак је заједно са свим подземним рудницима у Србији, део јавног предузећа за подземну експлоатацију угља „Ресавица“ у Ресавици.

За потребе овог рада, неопходни подаци за израду Процене ризика прикупљени су из званичних докумената РМУ „Рембас“ и самосталним истраживањем.

Према Закону о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама [1], израдом Процена ризика може се извршити идентификација опасности, карактер исте као и степен угрожености садржаја за који се Процена израђује. Узимају се у обзир и фактори који могу узроковати или допринети повећању утицаја опасности и последица које за собом може оставити. Упутством о методологији за израду процене ризика („Сл.гл.РС“, бр. 80/2019) [2] налаже се обухватање дванаест група опасности које треба идентификовати и анализирати, док је за потребе овог рада избор ограничен на једну: - опасност од пожара и експлозија.

2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНОСТИ И ПРОЦЕНА РИЗИКА ОД ПОЖАРА И ЕКСПЛОЗИЈА

РМУ „Рембас“ остварује велики допринос са енергетског аспекта, због чега је од великог значаја за привреду Републике Србије. Основна делатност предузећа, које је у власништву државе, јесте производња, прерада и транспорт угља. У оквиру предузећа сада послује осам рудника. Због свих наведених карактеристика, неопходно је анализирати сваки могући неповољан утицај потенцијалних опасности у циљу спречавања негативног дејства последица. Идентификована опасност за коју ће се израдити Процена јесте опасност од пожара и експлозија.

За Процену ризика од пожара и експлозија, потребно је одговорити на следеће параметре:

- постојање система за идентификацију, обавештавање и евиденције;
- објекти угрожени пожаром;
- организација спровођења мера;
- учесталост, интензитети и последице;
- могућност генерисања других опасности и др [2].

Због непредвидивог карактера опасности, **системи за идентификацију и рано обавештавање** у рудницима са подземном експлоатацијом постоје. Индикација пожарних гасова врши се ручним инструментима, даљинском контролом из диспечерског центра, као и лабораторијском анализом узорака ваздуха. Ручни инструменти који се користе у рудницима су дигитални и користе се за један или више гасова (CO , CO_2 , O_2 и CH_4) и за њих је одговорно надзорно техничко особље у руднику. Систем даљинске детекције у питању се користи за континуирано праћење: гасно-вентилационих параметара у рудницима (CO , CO_2 , O_2 и CH_4), појаве дима као и брзине ваздуха и депресије ваздуха на главном вентилатору за проветравање просторија.

Поред континуираног праћења гасно-вентилационих параметара, диспечерски центар је повезан и са јамом и гласноговорном комуникацијом која служи за обавештавање и упозоравање код редовних активности, као и у случају опасности које захтева повлачење са појединих радилишта или из јаме.

Индикација пожарних гасова лабораторијском анализом узорака ваздуха је најтачнија али и најспорија, јер се узорци узимају у јами и износе напоље на обраду у лабораторију. Резултати лаборато-

ријских (хемијских) анализа се чувају у „књигама вентилације“ рудника.

У руднику „Рембас“, **објектима угроженим пожаром** посматрају се јаме Сењски рудник и Јеловац са припадајућим спољашњим објектима.

Организација спровођења мера заштите од пожара се спроводи на различитим нивоима и на различите начине у руднику са подземном експлоатацијом „Рембас“. Мере за заштиту од пожара предузимају се у циљу спречавања избијања и ширења пожара. За организацију заштите од пожара и њено успешно функционисање надлежни су директори, руководиоци служби и други руководећи радници у организационим јединицама рудника.

У случају настанка пожара и експлозија може доћи до настанка и других опасности (мултихазард). Као пратећа опасност пожара и експлозија могућа је појава техничко-технолошких удеса на инсталацијама са лако запаљивим материјама. Такође, у случају пожара, могуће је ширење и контаминација ваздуха штетним гасовима.

Постоји могућност изливања или ослобађања опасних материја (мазута) које остављају штетне последице на све медијуме животне средине (вода, ваздух, земљиште) као и последице по људе у виду тровања, повреда па и страдања [3].

Највероватнији нежељени догађај

За сценарио највероватнијег нежељеног догађаја се замишља да је пожар иницијално захватио траву, ниско растиње и део шуме у близини погона, али се брзо проширио и захватио објекте рудника Водна. Статистичком анализом, утврђено је да су од 34 евакуисаних, повређена 4 радника. Утицај на економију у виду трошкова износи 3.400.000,00 РСД, док на критичну инфраструктуру износи 450.000,00 РСД (подаци су базирани на консултацији са стручним лицем).

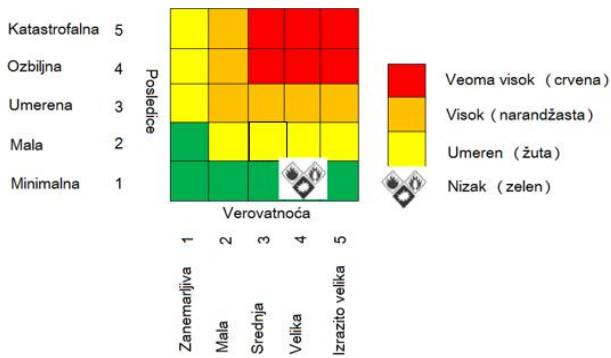
Могућност генерисања других опасности огледа се у томе у случају да ватрена стихија захвати магацин експлозива, упаљача или дизел агрегат, те може доћи до експлозије већих размера што може имати катастрофалне последице по живот и здравље радника.

Израда матрица ризика

При прегледу утицаја опасности на штићене вредности, укупна материјална штета по економију износи 2.47% буџета предузећа, док по критичну инфраструктуру износи 0.32%.

На основу параметра учесталости, процењује се да је учесталост догађаја велика (догађај у 1 до 2 године). Величина последица по живот и здравље људи у овом сценарију је минимална. Такође величина последица по економију и критичну инфраструктуру у односу на буџет је минимална.

Средњом вредношћу свих вредности ризика штићених вредности добија се велики степен вероватноће (4) и минималне последице (1) за укупан ризик, који је, са овим параметрима, низак.



Слика 1.: Матрица укупног ризика

Ниво ризика

Помоћу Табеле 1., која приказује нивое ризика и начине поступања, може се дефинисати прихватљивост ризика:

Табела 1.: Ниво и прихватљивост ризика

Ризик	Прихватљивост	Начин поступања	Одлука
Веома висок (црвена)	Неприхватљив	Веома висок и висок ниво ризика, захтевају третман ризика ради смањења на нивоу прихватљивости	
Висок (наранџаста)	Неприхватљив	Умерени ризик може да значи потребу предузимања неких радњи	
Умерен (жута)	Прихватљив	Низак ризик, може значити да се не предузима никаква радња	
Низак (зелена)	Прихватљив		

Закључује да је ризик прихватљив, па самим тим није неопходно предузимати било какве радње по питању начина поступања ради редукације ризика.

Нежељени догађај са најтежим могућим последицама

Код овог сценарија претпостављено је да је пожар инициран услед непридржавања прописа и руковања отвореним пламеном у самој јами, након чега је уследила и експлозија услед веће количине експлозивне угљене прашине.

Пожар је настао у првој смени, када је у јами Сењски рудник, у организационој јединици РМУ „Рембас“, био присутан највећи број радника.

Статистичком анализом, утврђено је да утицај овог сценарија на живот и здравље људи за резултат има 68 погинулих, 37 тешко повређених, 480 евакуисаних, па је укупан број људи захваћених пожаром 585. Трошкови по економију износе 86.850.000,00 РСД, док трошкови утицаја на критичну инфраструктуру износе 8.900.000,00 РСД.

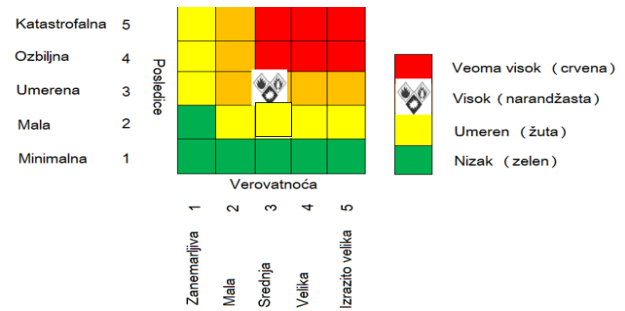
Након иницијалног пожара, у зависности од јачине експлозије, може доћи до попуштања потпорних зидова, обрушавања зидова, активирања одрона унутар јама при чему могу настати озбиљне последице по живот и здравље радника који се налазе у јами у тренутку опасности, што даље може имати за последицу прекид рада организационе јединице.

Као референтни инцидент за овај сценарио узет је пожар који се догодио 22. августа 1998. године где је дошло до појаве оксидационих процеса који су изазвали пожар у јами Сењски рудник у једном од радилишта.

Израда матрица

За процену вероватноће догађаја узет је параметар учесталости, 1 догађај у 2 до 20 година. Материјални трошкови износе 10.75% буџета, док по критичну инфраструктуру износе 1.1% буџета. Величина последица по живот и здравље људи је озбиљна, по економију такође озбиљна, док је по критичну инфраструктуру мала.

При изради матрица, добија се степен вероватноће за укупан ризик средњи (3), последице умерене (3), што даје висок ниво ризика, како је приказано на слици 2.



Слика 2.: Матрица за укупан ризик

Ниво ризика

Према Табели 2., дефинише се прихватљивост овог ризика помоћу добијеног нивоа ризика:

Ризик	Прихватљивост	Начин поступања	Одлука
Веома висок (црвена)	Неприхватљив	Веома висок и висок ниво ризика, захтевају третман ризика ради смањења на нивоу прихватљивости	
Висок (наранџаста)	Неприхватљив	Умерени ризик може да значи потребу предузимања неких радњи	
Умерен (жута)	Прихватљив	Низак ризик, може значити да се не предузима никаква радња	
Низак (зелена)	Прихватљив		

Како је ниво ризика висок, по питању прихватљивости ризика исти је неприхватљив, те се може закључити да је потребно имплементирати додатне мере безбедности у циљу смањења ризика.

Третман ризика

Висок и веома висок ризика подразумевају третман ризика – предузимање мера из области превентиве и реаговања у циљу смањења нивоа ризика.

Превентивне мера обухватају: обуку запослених у циљу сповођења што брже и ефикасније евакуације и побољшања припремљености, редовну контролу опреме и средстава за гашење пожара и редовно обнављање неопходних средстава.

Када су у питању реактивне мере, предвиђа се подизање нивоа спремности капацитета за реаговање, како запослених, тако и ватрогасно-спасилачких јединица и јединица цивилне заштите (рударске чете за спасавање).

3. ЗАКЉУЧАК

Рад пружа преглед проблематике између рудника са подземном експлоатацијом угља и утицаја дејства пожара и експлозија. Обрађене су карактеристичне опасности које могу настати услед пожара, а представљена је и анализа два таква догађаја.

У раду је приказан и процес израде Процене ризика за РМУ „Рембас“, где су замишљена два сценарија: сценарио за највероватнији нежељени догађај и сценарио догађаја са најтежим могућим последицама. Извршена је анализа оба сценарија, а обухвата процену вероватноће догађаја и величину последица по штићене вредности, чему је уследило одређивање нивоа ризика и оцена прихватљивости истог. Анализом је утврђен низак ниво ризика за сценарио најверованијег нежељеног догађаја, док је за догађај са најтежим могућим последицама добијен висок ниво ризика. У складу са тиме, израђене су карте ризика и предложене су мере за третман ризика које имају за циљ смањење ризика на најмањи могући ниво.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о смањењу **ризика** од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама („Сл. гл. Републике Србије“, бр. 87/2018)
- [2] Упутство о методологији за израду процене ризика („Сл. гл. Републике Србије“, бр. 80/2019)
- [3] Дипломски рад „Примена технике за заштиту од пожара у рудницима угља са подземном експлоатацијом“, Сања Цвијетић 2021.

Кратка биографија:



Сања Цвијетић рођена је 1998. године, у Параћину. Након завршене средње економске школе „Славка Ђурђевић“, на смеру економски техничар, уписује Факултет техничких наука у Новом Саду 2017. године, на смеру Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара. Дипломски рад одбранила је 2021. године, а мастер рад из области Инжењерство управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара брани 2023. године.



Слободан Шупић рођен је 1989. године у Требињу у БиХ. Од 2013. године запослен је на Факултету техничких наука, а од 2020. ради као доцент на Департману за грађевинарство и геодезију, ужа научна област: Грађевински материјали, процјена стања и санација конструкција.