



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
КАТЕДРА ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА
Штип

Ванчо Аџиски

**МОЖНОСТ ЗА ПРИМЕНА НА СОФТВЕР ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЈА
ВО РАЗРАБОТКА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА
ОДБРАНА И СПАСУВАЊЕ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА**

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

Штип, декември 2011

Ванчо Аџиски, дипл.руд.инж.

**МОЖНОСТ ЗА ПРИМЕНА НА СОФТВЕР ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЈА ВО
РАЗРАБОТКА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА ОДБРАНА И
СПАСУВАЊЕ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП

Комисија за оценка и одбрана

Ментор: доц. д-р Дејан Мираковски

Факултет за природни и технички науки

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Член: проф. д-р Зоран Десподов

Факултет за природни и технички науки

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Член: проф. д-р Зоран Панов

Факултет за природни и технички науки

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Членови на Комисија за оценка и одбрана

Претседател: проф. д-р Зоран Панов

Член: доц. д-р Дејан Мираковски

Член: проф. д-р Зоран Десподов

Научно поле: Рударство

Научна област: Техничка заштита

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

БЛАГОДАРНОСТ

За изработката на мојот магистерски труд му исказувам голема благодарност на мојот ментор доц. д-р Дејан Мираковски за неговата голема посветеност кон работата и неговиот професионален однос кој придонесе да го завршам овој магистерски труд.

Голема благодарност исказувам и кон моето семејство за помошта, разбирањето и поддршката што постојано ми ја даваат. Воедно сакам да им се заблагодарам на сите што на некој начин ми беа морална поддршка да го завршам овој магистерски труд.

„МОЖНОСТ ЗА ПРИМЕНА НА СОФТВЕР ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЈА ВО РАЗРАБОТКА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА ОДБРАНА И СПАСУВАЊЕ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА“

Краток извадок

Рударската индустрија отсекогаш се залагала за намалување на вонредните и кризни состојби. Со текот на годините постојано се развиваат и применуваат мерки и стратегии изготвени со цел да ги спречат, контролираат, намалат или елиминираат опасностите и ризиците при работа за да се држи чекор со технолошките и економските промени. За поефикасно остварување на оваа цел е неопходно подигање на свеста за ризиците, обуки на сите вработени за работење со специфичната опрема, како и справување во дадени кризни и вонредни состојби. Најефективен метод за обука и тренинг на вработените во овој сектор се покажа методот на компјутерска симулација и визуализација на дадените проблеми за подобро разбирање на истите од страна на вработените.

Визуализацијата служи за полесно претставување на замислата за даден проблем или активност со која примачот полесно и попристапно ќе добие перцепција за тоа што му се презентира. Визуализацијата ги преобразува симболичките и замислените искази во геометриски и графички искази во вид на слика или анимација, овозможувајќи им на корисниците нов поглед на нивните скици и пресметки.

Софтверската симулација може да се развива и разработува во рударството за да се подобрат шансите за одбрана и спасување за дадени ситуации. Компјутерската симулација која се развива од претходно развиените планови за одбрана и заштита за даден рудник значително ги зголемува шансите за спасување и повлекување на рударите од настанатата катастрофа.

Клучни зборови: *3D софтвер, значење, развој, технологија, визуелно претставување на проблем, зголемена перцепција, разбирливост.*

"OPPORTUNITIES FOR APPLICATION OF SOFTWARE FOR VISUALIZATION IN THE ELABORATION AND IMPLEMENTATION OF THE PLANS FOR DEFENSE AND RESCUES IN UNDERGROUND MINES"

Abstract

The mining industry has always supported the reduction of emergency and crisis situations. Over the years constantly develop and apply strategies and measures designed to prevent, control, reduce or eliminate hazards and risks at work to keep pace with technological and economic change. To effectively achieve this goal it is necessary to raising awareness of risks, training of all employees of working with specific equipment, and dealing in a given crisis and emergencies situations. The most effective training methods and training of employees in this sector has shown the method of computer simulation and visualization of given problems to better understand them by employees.

Visual representation serves to facilitate the very idea of a given problem or activity that easier and more accessible recipient will receive a perception of what is presented. Transforming visual imaginary and symbolic representations in geometric and graphic representations in the form of an image or animation, allowing users to view their new sketches and calculations.

Software simulation can be developed in mining industry to improve the chances of defense and rescue in given situation. The computer simulation that develops from previously developed plans for defense and protection for a given mine site significantly increases the chances of rescue of workers from the mining disaster that occurred.

Keywords: *3D software, Meaning, Development, Technology, Visual representation of problem, Better perception, Intelligibility.*

Содржина

1. ВОВЕД.....	1
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА	3
3. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	5
4. АНАЛИЗА НА НАЈЧЕСТИТЕ РИЗИЦИ.....	6
4.1. Опасност од гасови.....	9
4.2. Опасност од пожар.....	14
4.2.1. <i>Навремена детекција на пожарот.....</i>	<i>18</i>
4.2.2. <i>Одговор во случај на пожар.....</i>	<i>19</i>
4.2.3. <i>Борење со пожарот.....</i>	<i>20</i>
4.3. Опасност од експлозија.....	22
4.4. Опасност од пробив на вода.....	25
4.5. Опасност од динамички појави.....	28
5. ЗНАЧЕЊЕ ОД ОБУКАТА И СВЕСТА ЗА РИЗИЦИТЕ НА РАБОТНОТО МЕСТО.....	31
6. ПЛАНОВИ ЗА ОДБРАНА И СПАСУВАЊЕ.....	34
6.1. Општо за плановите за одбрана и спасување во рудници со подземна експлоатација.....	35
6.1.1. Клучни елементи за управување со итни случаи.....	38
6.1.1.1. <i>Одговорност и контрола.....</i>	<i>38</i>
6.1.1.2. <i>Комуникација.....</i>	<i>42</i>
6.1.1.3. <i>Површински објекти.....</i>	<i>42</i>
6.1.1.4. <i>Инцидентен команден систем.....</i>	<i>44</i>
6.1.1.5. <i>Развивање на процедури и планови за одговор при катастрофи.....</i>	<i>50</i>
6.1.1.6. <i>Фаза на обнова.....</i>	<i>52</i>

6.1.2. Тестирање на плановите за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација.....	53
6.1.3. Имплементација на плановите за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација.....	53
7. СОФТВЕРИ ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЈА.....	54
7.1.Преглед на поимот компјутерска графика.....	54
7.2.Преглед на поимот визуализација.....	56
7.3.Употреба на софтвери за симулација и визуализација на податоците за подобро инженерство.....	59
7.4.Софтверска визуализација.....	61
7.5.Интерактивна визуализација.....	68
8. ПРИМЕНА И МОЖНОСТИ НА СОФТВЕРИТЕ ЗА ВИЗУАЛИЗИЦИЈА ЗА ПОДОБРУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСТА ВО РУДАРСТВОТО.....	69
8.1.Моделирање, генерирање и создавање на 3D визуализација.....	73
8.2.Техники на презентацијата на 3D софтверската визуализација.....	78
8.3.Изработка на флаери и брошури	80
8.3.1. <i>Изработка на флаери со упатства за работни операции.....</i>	<i>80</i>
8.3.2. <i>Изработка на флаери за општи правила на безбедност.....</i>	<i>83</i>
8.4.Изработка на постери.....	95
8.5.Изработка на анимации т.е. кратки видеа за подобро разработување и прикажување на даден проблем.....	98
8.5.1. <i>Изработка на видеа за обука.....</i>	<i>100</i>
8.5.2. <i>Изработка на видеа за симулација на плановите за спасувања.....</i>	<i>103</i>
9. ЗАКЛУЧОЦИ.....	106
10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	109

1. ВОВЕД

Многу од опасностите и ризиците што се случуваат при работа всушност се формирале со развојот на машините и технологијата за производство во периодот кој историчарите го нарекуваат *индустриска револуција* во периодот од 1760 до 1840 година. Овој индустриски скок ги става работниците пред нови и за нив непознати опасности. Овие работници се изложени на влијанијата на новите машини, како што се: вибрации, бучава, топлина, прашина, штетни зрачења, испарувања итн.

Нехигиенските услови и опасните работни операции при работа со новите и многу побрзи машини довеле до драстично зголемувањена несреќите при работа и појавата на професионални заболувања. Траењето на животот и квалитетот на здравствената состојба во овие тешки производствени услови во времето на индустриската револуција значително се намалени.

Поради небезбедносните системи за работа со текот на времето сè повеќе се засилува јавниот притисок за создавање на безбедни услови за работа со производствената механизација. Така, уште во педесеттите години на 18 век многу често уредите или машините добивале одобрување за работа дури откако претходно ќе ги поминат основните тестови за безбедност.

Овој тренд продолжува да се интензивира до денешен ден, при што во континуитет сè поголемо внимание се посветува на безбедноста и добрите услови при работа. Паралелно со интензивниот процес на вложување се одвива процес на сè посилна регулација на ова подрачје од законски аспект, како и подигање на квалитетот на условите за работа.

Дефинитивно, крајната цел е во современото општество да се креира хумано производство, чија крајната цел е да обезбеди услови на работа коишто во ниту еден случај нема да ги доведат во прашање здравјето и безбедноста на работниците.

Некои индустриски гранки, пред сè рударството, покрај големиот напредок во технологијата до денешен ден со право се перципираат како индустрии со релативно висок ризик.

Четириесет и пет проценти од вкупното население на Земјата работи во индустријата. Секоја година во светот се случуваат околу 120 милиони работни несреќи, што одредува среден ризик од 42 несреќи на 1.000 работници за година. Како резултат на овие работни несреќи секоја година 200.000 работници загинаваат при работа, со што светскиот ризик од смртна несреќа при работа достигнува 8,3 фатални несреќи на 100.000 вработени за година.

Покрај фактот што само околу 1% од сите индустриски работници се вработени во рударската индустрија, во оваа гранка се случуваат речиси 8% од фаталните несреќи во индустријата или општо нивниот професионален ризик е околу осум пати поголем од просечниот ризик во индустријата на светот.

Доминантен дел од поголемите несреќи со тешки човечки загуби од несреќите во рудниците се поврзани со недоволната обученост за работа со рударската механизација, непознавање на процедурите за безбедна работа и несоодветниот одговор при појава на вонредни состојби, кои поради специфичните природни и технолошки услови на рударското производство се релативно чести во оваа индустриска гранка.

Од тие причини, во овој труд е направен напор низ анализата на можната примена на софтвер за визуализација да се подигне квалитетот на алатките за обука и зголемување на свеста за ризиците кај вработените, како и брзината и квалитетот на реакцијата при појава на вонредни состојби.

Во трудот на вкупно 112 страници се елаборирани основните начини на примена на софтверите за визуализација во двете основни задачи и тоа:

- ❖ изработка на материјали за обука
 - постери;

- брошури;
- ❖ видеа во форма на:
 - упатства за безбедна работа;
 - реконструкција на несреќи и опасни состојби како алатка за обука;
- ❖ изработка на планови за одбрана и спасување.

Материјалот е систематизиран во вкупно 8 поглавја, има 36 графички презентации и 3 видео клипови.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

При изработката на овој магистерски труд претежно е користена странска литература од водечките имиња во оваа област. Исто така, за изработката на визуализацијата и нејзиното визуелно прикажување се користени и многу софтверски пакети кои моментално се водечки на пазарот, како што се: Махон Cinema 4D (софтвер за изработка, моделирање, анимирање во 3D околина), Adobe After Effects (софтвер за постпродукција), Adobe Premiere Pro (софтвер за едитирање), Adobe Photoshop (софтвер за едитирање на слики).

Во рамките при обработката на делот за *плановите за одбрана и спасување во рудници со подземна експлоатација* се користени литература и трудови од повеќе автори: *"DEVELOPING A COMPREHENSIVE EMERGENCY PREPAREDNESS PLANNING MANUAL FOR UNDERGROUND MINING OPERATIONS"* (December, 2008), West Virginia Office of Miners' Health, Safety and Training and West Virginia University – Mining Extension Service; Ronald S. Conti, Linda L. Chasko, William J. Wiehagen, Charles P. Lazzara (2005), *"Fire Response Preparedness for Underground Mines"*, National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh Research Lab,

Pittsburgh, PA; MSHA, *"Emergency Mine Evacuation"* (2006), Final Rule, Federal Register, Vol. 71; MSHA, *"Mine Rescue Teams"* (2008), Final Rule, Federal Register, Vol. 73, No. 27; National Mine Rescue Association (1994), *"Mine Emergency Command System"*, Issue Number 3; *"Test Preparation Study Guide For Underground Mine Foreman Certification"*, Utah Labor Commission, CFR References as of 2010.

Во разработката на делот каде што е објаснет процесот на визуализацијата и нејзиното значење е користена литература од многу трудови и имиња на автори од оваа многу опширна област: Amari H, Okada M. (1999) *"A three-dimensional visualization tool for software fault analysis of a distributed system"* In: Proceedings of the IEEE systems, man, and cybernetics conference; Asokan R (2003), *"Automatic visualization of the version history of a software system in three dimensions"*. Master's thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Falls Church, VA; Bogacki S. (2005), *"Computer visualization in accident prevention in industry"*, Geometry and Engineering Graphics Centre, The Silesian University of Technology in Gliwice; Marcus A., Feng L., Maletic J., (2008) *"3D Representations for Software Visualization"*, Kent State University, Ohio, USA; Marcus A., Feng L., Maletic J., (2007), *"A Task Oriented View of Software Visualization"*, Kent State University, Ohio, USA; Sushil K. Chaturvedi, Osman A. (2006), *"Simulation and Visualization Enhanced Engineering Education"*, International Mechanical Engineering Education Conference, Beijing, China; Stefan-Lucian V. (2007), *"Software Evolution Visualization"*, Technische Universiteit Eindhoven; Keping Z., Mingming G., (2007), *"Virtual Reality Simulation System for Underground Mining Project"*, Central South University, China.

Во процесот на изработката на различните методи и видови на визуализација (постери, флаери, кратки видеа т.е. анимации), кои ќе бидат прикажани во овој магистерски труд, се користени индивидуални (самостојни) методи и техники за изработката на истите.

3. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Целта на секоја програма за превенција на несреќите е да се идентификуваат и отстранат потенцијалните проблеми кои можат да доведат до појава на несакан настан или во случај на појава на истиот, како да се минимизираат последиците од истиот.

Затоа целта на оваа магистерска работа е да се дефинираат можностите за примена на софтвер за визуализација во разработката на програми за подигање на свесноста за ризиците, обука за работа во специфичните услови и имплементацијата на плановите за одбрана и спасување посебно во рудниците за подземна експлоатација. Ултимативна цел на добените резултати е намалување на човечки повреди и жртви при настанување на најчестите катастрофи во рудниците за подземна експлоатација.

Користењето на софтверската 3D визуализација во комбинација со софтвери за едитирање ни овозможуваат реконструкција и на најопасните ситуации кои можат да се случат во рудниците за подземна експлоатација. Со софтверската 3D визуализација постои можност за моделирање и визуализирање на најчестите катастрофи кои се случуваат при работа во рудниците за подземна експлоатација, како што се: експлозии, пожари, зарушувања, пробив на вода итн.

Визуализација може да ни ја прикаже и можната реакција и патот на повлекување на групата на работници кои се зафатени од дадената катастрофа.

Сите можни бенефиции кои ни ги нуди софтверската визуализација можат да ни помогнат во намалувањето и спречувањето на најчестите катастрофи кои се случуваат во рудниците за подземна експлоатација.

Во рамките на овој магистерски труд ќе се изработат низа на визуелни софтверски 2D и 3D презентации на настани и процеси кои можат полесно да допрат до визуелната перцепција на секој работник.

4. АНАЛИЗА НА НАЈЧЕСТИТЕ РИЗИЦИ

Рударството е идентификувано како еден од најризичните сектори, во која стапката на повреди е повисока од сите останати индустриски сектори.

Многу државни агенции имаат фокусирани истражувачки програми за подобрување на условите за работа во рударскиот сектор, како и програми за развој на системи за интервенции кои ќе ги ублажат и намалат потенцијалните извори на опасност кои се најмногу застапени во рудниците со подземна експлоатација.

Целта на многуте студии од аспект за намалување на изворите на опасност е да се минимизираат опасните активности и многуте несреќи кои резултираат со негативни последици на еден од најбитните сектори во индустриското производство, а тоа е рударството.

Концептот на анализата за намалување на потенцијалните извори на опасност го вклучуваат следново:

- Прелиминарната анализа на опасностите која треба да биде изведена со главен фокус на проценката на ризиците поврзани со губење на контрола на кој било опасен материјал што се чува во магацините на рудниците.
- Анализа на опасностите што настануваат со напредување на рудното тело и изградба на нови рударски објекти што можат да предизвикаат можни опасности врз безбедноста на работниците.
- Анализа на можните опасности од механизацијата која се користи од страна на работниците и нивно можно намалување, со што за посложени операции ќе се користат најискусните работници за дадена област и ќе се намали процентот на можни компликации во работата.

- Добро подготвен план за одбрана и спасување во случај на дадени катастрофи со што работниците претходно ќе бидат запознаени со можните компликации при работа, начинот за нивно навремено спречување и елиминација на несаканите последици.

Почитувањето и добрата анализа на дадените концепти за намалување на потенцијалните извори на опасност значајно го намалуваат процентот на можни компликации во рудниците.

Најчести природни потенцијални опасности кои можат да се појават во даден рудник за подземна експлоатација се следниве категории на опасности:

1. Опасност од гасови:

- гасови кои потекнуваат до лежиштата или пратечките карпи;
- гасови настанати во тек на одвивањето на технолошкиот процес на работа;
- гасови кои се поврзани со работата на рударската опрема.

2. Опасност од пожар:

- од егзогени пожари;
- од ендегени пожари.

3. Опасност од експлозија:

- од експлозивни гасовоздушни смеси;

- од експлозивни прашини;
- од експлозивни во магацините на експлозивни средства или несакани експлозии при минирање.

4. Опасност од пробив на вода:

- надземни води и атмосферски паѓања;
- акумулирани подземни води во колекторите и пукнатините;
- техничките води.

5. Опасност од динамички појави:

- зарушување на големи обеми;
- одбој на карпи и горски удари;
- одбој на карпи и гасови.

Ризикот секогаш се однесува на некоја опасност. Опасност го нарекуваме секој извор на потенцијална штета, оштетување или ситуација, која има потенцијал за повреда на работникот.

Ризикот има два елемента:

- веројатност од одредена опасност да се реализира;
- последици од реализацијата на оваа опасност.

Ризикот е секогаш комбинација од овие два елемента - веројатност и последици од опасноста.

Веројатноста човекот и повеќе луѓе да бидат оштетени за време на изложувањето на опасноста врз нив зависи од тоа колку е возможно да се реализира некоја опасност во работната средина и колку често и колку долго се изложени работниците на оваа опасност.

Големината на последиците зависи од тоа колку се тешки последиците. Тоа се одредува од тежината на оштетувањето (повреда, инвалидност или смрт) и од бројот на зафатените работници.

Професионалниот ризик на рударите зависи од можноста за различни по тежина последици за нивното здравје и безбедност при работа во рудниците. Овој ризик е различен за секој рудник и зависи од условите на работа во него.

4.1. Опасност од гасови

Содржината на штетните гасови во рударските простории претставува голем проблем за безбедноста на работниците и одвивањето и напредувањето на работата. Едни од основните причинители за емисијата на гасовите во рударските простории се гасовите кои потекнуваат до лежиштата или околните карпи, гасовите настанати во тек на одвивањето на технолошкиот процес на работа како на пример минирањето на карпите и гасовите кои се врзани за работата на рударската опрема. Најчести гасови кои можат да се сретнат во рударските простории се: метан CH_4 , јаглерод монооксид CO , јаглерод диоксид CO_2 , водороден сулфур H_2S , водород H_2 , сулфурен диоксид SO_2 , азотен диоксид NO_2 , азот N_2 , кислород O_2 .

- ❖ **Метанот CH_4** е безбоен, без мириси лесно запалив гас. Тој е полесен од воздухот и често се наоѓа во близина на кровината на рудникот. Метанот е само малку растворлив во вода, лесно гори во воздух,

формирајќи јаглерод диоксид и водена пара. Течниот метан не претставува опасност од запалување ако не подлежи на висок притисок. Метанот во целина е многу стабилен гас, но мешавината од метан и кислород претставува експлозивна маса. Експлозиите од типот на метан се чести во рудници за јаглен и се причина за многу голем број на катастрофи. Емисиите од метан во рударските простории се јавуваат во две клучни етапи:

- метанот се ослободува како директна последица на физичкиот процес на екстракција на јаглен;
- метанот се ослободува како директна последица од падот на околните слоеви на карпи врз слојот од јаглен.

❖ **Јаглерод моноксидот CO** е безбоен, без мирис и без вкус гас, кој е високотоксичен за луѓето и за животните. Се произведува од нецелосно согорување или експлозија на супстанции кои содржат јаглерод, како што се јаглен, природен гас или бензин на кој работат дел од рударската механизација. Големи количини на CO се генерираат за време на пожари или експлозија во рударските простории. Јаглерод моноксидот е малку полесен од воздухот. Тој е запалив и експлозивен во мешавини со кислород во концентрација помеѓу 12,5 и 74%. Јаглерод моноксидот е токсичен, бидејќи ја блокира способноста на хемоглобинот во крвта да пренесуваат кислород од белите дробови до мускулите и другите ткива во човечкото тело.

❖ **Јаглерод диоксидот CO₂** е безбоен гас кој е незапалив во нормални услови. Јаглерод диоксидот може да биде и во цврста форма - познат како сув мраз, и овој гас е токсичен во високи концентрации. Луѓето кои ќе вдишат премногу јаглероден диоксид паѓаат во бесознание. Јаглерод диоксидот CO₂ се произведува преку разградување на

органиските материи, како и преку дишење и согорување. Исто така, се генерира како производ на согорувањето на фосилни горива. Една од клучните задачи на рудничкиот систем на вентилација е да се ослободите од големите количества на јаглерод диоксид.

- ❖ **Водородниот сулфур H_2S** е безбоен гас, високотоксичен и запалив гас. Тој е потежок од воздухот и има тенденција да се акумулира на дното на лошо вентилираните рударски простори. Тој мириса на расипани јајца и поради големата смрдеа најчесто работниците можат лесно да го забележан неговото присуство. Водородниот сулфур H_2S го инхибира клеточното дишење и навлегување на кислород во организмот кое предизвикува биохемиско задушување. Типични симптоми од овој гас вклучуваат:

- главоболка;
- вртоглавица;
- гадење и повраќање;
- кашлица и тешкотии при дишењето;
- иритација на очите;
- шок;
- кома;
- смрт во тешки случаи.

Продолжена изложеност на пониски нивоа од овој гас може да доведе до бронхитис, пневмонија, мигрена, главоболки и губење на моторната координација. При обиди за спасување и одбрана на работниците кои се зафатени од овој гас треба многу да се внимава, бидејќи многу лесно можат да се зафатат од штетните ефекти од овој гас и тимот кој ќе биде задолжен за спасување ако претходно не ја понесат соодветната опрема. Настанувањето на водородниот сулфур H_2S најчесто е предизвикано од процесот на распаѓање на железната руда поради влажноста или присуство на вода. Од голема корист за рударите е лесното препознавање на овој гас поради неговата непријатна миризма, кој служи како соодветно предупредување.

- ❖ **Водородот H_2** е најлесниот елемент и е далеку најзастапен елемент во планетата. Водород како водата (H_2O) е апсолутно најопходниот елемент за живот и е присутен во сите органски соединенија. Водороден гас е високозапалив и ќе гори во воздух со многу широк спектар на концентрација помеѓу 4% и 75% од волуменот кој може да биде инициран и од една искра или висок извор на топлина од $500^{\circ}C$.
- ❖ **Сулфурниот диоксид SO_2** е тежок, безбоен, отровен гас со лут мирис. Сулфурниот диоксид под притисок се раствора во вода многу лесно. Откако јагленот и нафтата често содржат сулфурни соединенија, нивното согорување генерира сулфур диоксид. Дополнителни оксидација на SO_2 , обично во присуство на катализатор, како што е азотниот диоксид NO_2 , ја формираат сулфурната киселина H_2SO_4 , а со тоа и киселите дождови. Големи количини на сулфур диоксид се формирани во согорување на сулфур што содржат горивата. Сулфурниот диоксид е токсичен и во големи количини може да биде опасен по живот. Горење на носот и грлото, тешкотии во дишењето се честите појави со кои се соочуваат рударските работници кои се изложени на овој гас. Сулфурниот

диоксид ги блокира нервните сигнали од белодробните рецептори. Вдишувањето на сулфурниот диоксид е поврзано со зголемување на респираторните симптоми, болест и предвремена смрт.

- ❖ **Азотниот диоксид NO_2** е гас со црвеникаво-кафева боја со карактеристичен остар мирис и е отровен. Овој гас се ослободува кога се согоруваат фосилните горива од механизацијата која се користи во рударството. Високи концентрации на NO_2 може да предизвика сериозно кашлање, гушење, главоболка, гадење, абдоминална болка и останување без здив. Ако изложеноста од овој гас е голема, симптомите врз работниците зафатени од овој гас можат да продолжат и откако изложеноста е завршена предизвикувајќи тешкотии при дишењето и по неколку недели.
- ❖ **Азот N_2** го сочинува голем дел од земјината атмосфера, со учество од 78,08% од воздушниот волумен. Азотниот гас е безбоен, без мирис, вкус, не е отровен и речиси целосно инертен гас. Азотот е незапалив гас и не го поддржува согорувањето. Азотниот гас е малку полесен од воздухот и малку растворлив во вода. Течниот азот има својство на студенило и инертност. Покривките од течен азот се користат за заштита на запаливи или експлозивни материи и течности од контакт со воздух. Кога се работи со течен азот, соодветна и добра вентилација е од клучно значење. Кога азотниот гас се вдишува при високи притисоци делумно азот почнува да дејствува како анестезија кој може да предизвика азотна наркоза и привремена состојба на ментално оштетување. Директен контакт на кожата со течен азот ќе предизвика сериозни смрзнатини. Ова може да се случи речиси веднаш по контакт во зависност од формата на течниот азот. Со испарувањето на течниот азот ќе се намали концентрацијата на кислород во воздухот особено во затворени простори.

❖ **Кислород O_2** е безбоен гас без мирис и вкус. Атмосферскиот кислород е од витално значење за сите аеробни организми. Кислородот се јавува во слободна форма како гас и се содржи во 21% од воздухот кој го дишаме. Високо концентриран извор на кислород во рударските простории промовира брзо согорување на запаливите материјали и опасности од пожар и експлозија кога концентрирани оксиданти и горива се доведуваат во непосредна близина. Сепак, за започнување на согорувањето со запаливите материјали е потребен активатор како искра или доволно голем извор на топлина.

4.2. Опасности од пожар

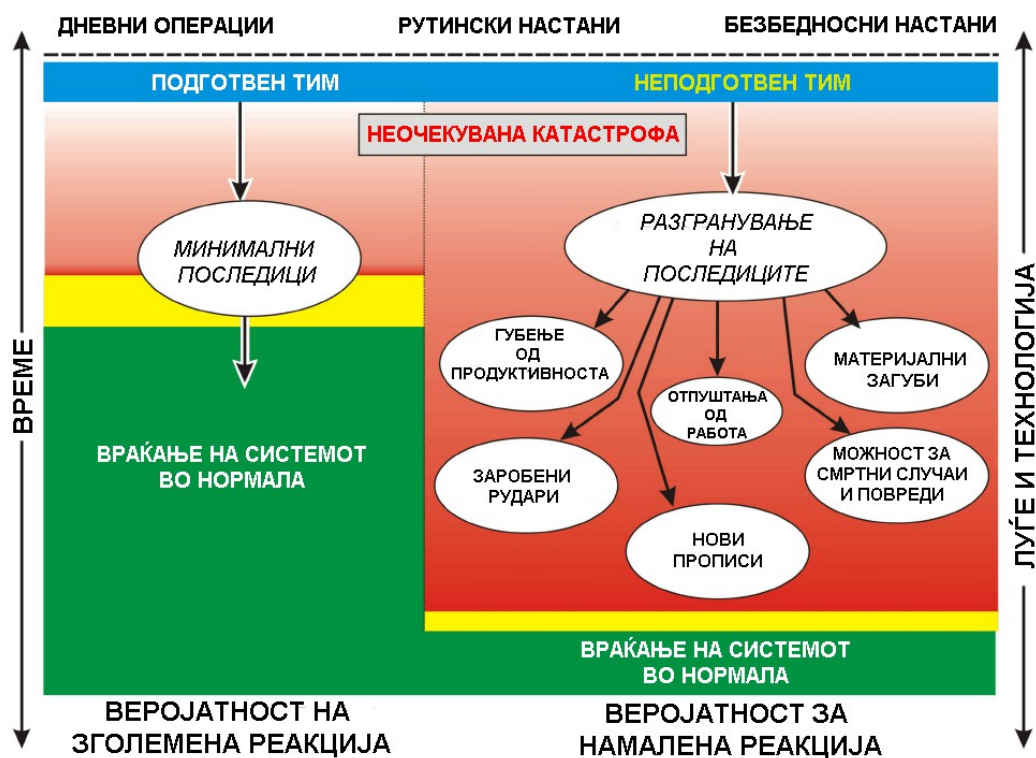
Пожарот отсекогаш претставувал една од најчестите и најголеми грижи во рударството. Пожарот во рудниците може да се случи во секое време и може да резултира во делумна или целосна евакуација на персоналот на рудникот и можни катастрофални последици. Малите пожари можат да прераснат многу брзо во големи и сериозни пожари ако не се навремено детектираат и не се преземе акција за негово спречување. Умешениот и навремен одговор од страна на работниците во рудникот може да има огромно влијание врз социјалните и економските последици од еден пожар.

Големо влијание за добрата подготвеност на работниците во рудникот за реагирање во вакви случаи е претходната подготовка и тренинг на сите вработени за реагирање во случај на пожар и користење на соодветната опрема за гаснење и спречување на истиот.

Овие компоненти на претходна подготвеност можат да работат паралелно за да се намали времето на реагирање и спречување на пожарот и повторно враќање на правобитниот систем на работа во дадениот рудник.

Претходна подготвеност за реагирање во случај на пожар ги има двете логични компоненти, а тоа се превенција од пожар и одговор во случај на пожар. Методите за мерење на аспектите на превенција од пожар и одговор во случај на пожар се сложени и тешко можат да се измерат.

Во случај на пожар вообичаена работа на претходно обучен тим е во најбрзо можно време да го решат дадениот проблем со најминимални загуби. На слика 1 е илустриран концептот на добро обучен и на недоволно обучен тим за реагирање во случај на пожар.



Слика 1¹. Илустрација на концептот на добро обучен и на недоволно обучен тим за реагирање во случај на пожар или друга катастрофа

Figure 1. Illustration of the concept of well-trained and under-trained response team in case of fire or other disaster

¹ Ronald S. Conti, Linda L. Chasko, William J. Wiehagen, Charles P. Lazzara, (2005), " Fire Response Preparedness for Underground Mines " , National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh Research Lab, Pittsburgh, PA, p.5

Добрата подготвеност за реагирање во случај на пожар е дефинирана во контекст на превенција од пожар и негово спречување. Превенција од пожари е интегриран процес со дневните производствени задачи во даден рудник. Превенцијата од пожари се состои од дневно проверување и тестирање на опремата за работа, проверување на електричните кабли и сета друга опрема што може да предизвика пожар.

Времето секогаш е важно за урамнотежена и продуктивна работа на системот. Во итен случај важноста на времето драматично се зголемува и перцепцијата на времето се менува. Кога пожарот ќе биде детектиран, времето станува од критична важност, работа на системот е надвор од рамнотежа, а производството се прекинува.

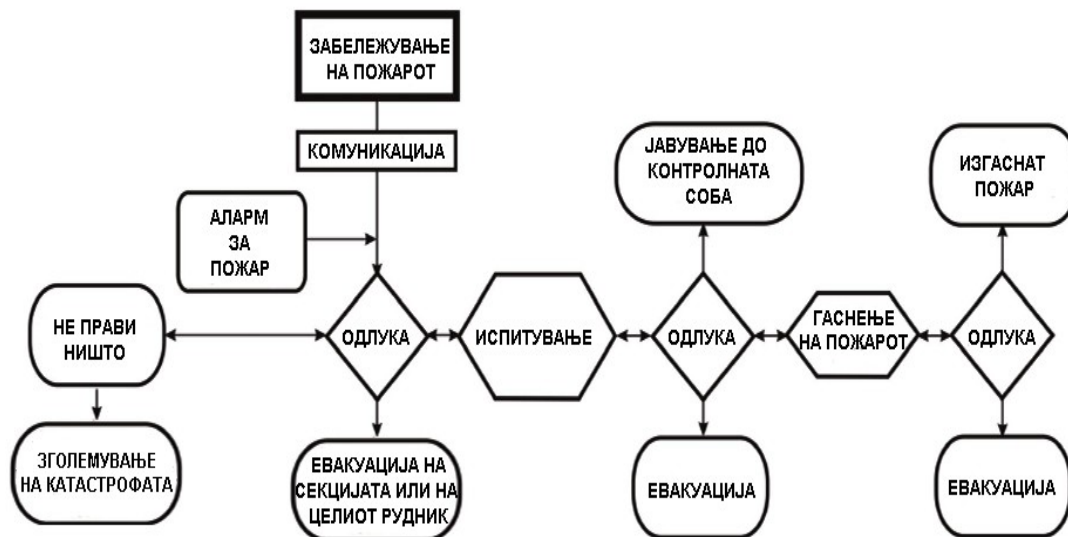
На секој од можните системи за справување со пожарите, реагирањето на времето е главната мерка за ефективен одговор. Колку е помало времето потребно за откривање на мал пожар, толку е помало времето потребно за да предупредат работниците и да се евакуираат, исто така помало е времето и да се изгасне пожарот и побрзо враќање на правобитниот систем на работа.

Времето на реакција е директно поврзано со времето потребно за откривање на пожарот. Ако оние работници кои ќе се најдат први на местото на настанот не се вешти и претходно подготвени за реакција во вакви случаи и немаат соодветна противпожарна опрема, сето тоа ќе резултира на ефективниот одговор и можно понатамошно ширење на пожарот и доаѓање до несакани последици. Ако за справување на пожарот е потребна надворешна помош различна од онаа која веќе ја има во рудникот дополнително се одложува времето за враќање на правобитниот систем на работа и можност за прераснување на пожарот во поголеми размери.

Успехот за безбедно гасење и справување на пожар зависи од повеќе фактори, како на пример свесноста за опасност од пожар, навремена и правилна детекција, достапноста на ефикасна противпожарна опрема, брзо време на одговор и квалификувани работници за справување на вакви

ситуации со чести обуки и тренинзи кои ќе се одвиваат на дадени периоди од годината. Ако во некој рудник не се запазени дадените критериуми за претходна подготовка за реакција во случај на пожар, шансите за успешно гасење на пожарот и доведување на правобитниот систем на работа во рудникот се значително намалени.

На слика 2 се илустрирани овие критични одлуки и веродостојни акции. Најголемиот дел за справување на пожарите во рудниците е добрата подготвеност, искуството, мотивација, како и потребната обука која треба да ја има секој вработен во рудникот.



Слика 2. Први постапки при откривање на пожар во рудниците за подземна експлоатација

Figure 2. First procedures for detection of fire in underground mines

Повеќето пожари во рудниците за подземна експлоатација се единствени и уникатни, па изработката на план за одбрана и спасување во ваков случај за секоја ситуација е апсолутно неможно и непредвидливо.

Сепак, постојат одредени заеднички елементи кои можат да се предвидат во вакви случаи на вонредни состојби, па нивното изготвување и

вметнување на истите во плановите за одбрана и спасување можат да помогнат многу во намалувањето на катастрофалните последици. Еден од најважните елементи при вонредна состојба предизвикана од пожар е комуникацискиот протокол кој вклучува информирање на клучните луѓе кои се задолжени за реагирање при вакви вонредни состојби.

Навременото информирање и доаѓање на клучното лице кое има претходна обука, тренинг и искуство за справување со вонредната ситуација е од клучно значење за решавање на дадената ситуација. Добрата комуникација, протоколот на работа, доброто справување во дадени ситуации на вонредна состојба и лидерски вештини можат да се стекнат преку симулирани практични ситуации или вистински настани.

4.2.1. Навремена детекција на пожарот

За време на почетните фази на пожарот се ослободува чад и гасни производи, вклучувајќи го и јаглеродниот моноксид (CO), кои се ослободуваат во рударските простории. Ако овие ослободени производи од страна на пожарот не се откријат во раните фази на согорување, тие можат да резултираат со тешка опасност за рударите кои во тој момент се наоѓаат во оддалечените и ограничени рударски простории и области. Многу од пожарите во рудниците за подземна експлоатација кои се откриени во раните фази на развој се ставени назад во контрола во најголем број од случаите.

Успехот на безбедносната контрола и гаснење на почетните фази на пожарите во рудниците за подземна експлоатација зависи од неколку фактори. Клучен фактор секогаш ќе биде брзата детекција и одговор. Успешната и навремената детекција на пожар во рудник за подземна експлоатација се подобрува со користење на сензори за јаглерод моноксид (CO) или сензори за чад кои ќе ги алармираат вработените и надлежните на рудникот за опасност од пожар.

Првиот настан кој мора да се случи во развивањето на пожарот е тоа да тој се развие до тоа ниво за да генерира чад и јаглерод моноксид еднаков на лимитот од поставените сензори на алармот.

Времето потребно за генерирање на доволно чад и јаглерод моноксид од страна на пожарот зависи од видот на оганот и од што тој всушност е генериран. За пожар генериран од течни горива времето за детекцијата на алармот е многу кратко, бидејќи вкупната површина на течно гориво се запалува многу брзо од моментот на палењето. За детекција на пожар од страна на јаглен времето се зголемува за реагирањето на алармните уреди.

Другиот настан кој мора да се случи за детекција на пожарот од страна на алармот е транспортот на јаглеродниот моноксид или чадот од огнот до сензорот на алармот. Времето кое е потребно да се направи овој транспорт е празното место до сензорот поделено со воздушната брзина. Во мали воздушни брзини, овој пат може да биде долг и имаат значителен ефект врз времето на алармирање. Со зголемувањето на воздушниот проток се намалува времето на патување на чадот и јаглеродниот моноксид, но исто тоа ова ги намалува нивоата на чад и јаглероден моноксид.

Друг важен елемент за рана детекција на пожарот е брзиот одговор на сензорот и вклучувањето на алармот. Повеќето рудници за подземна експлоатација кои користат механизација со погон на дизел горива кои имаат голема емисија на јаглерод моноксид имаат чести лажни аларми за пожар кои всушност се предзвикани од емисијата на гасови од страна на нивната механизација.

4.2.2. Одговор во случај на пожар

По откривањето и потврдувањето на пожарот, одлуките и реакциите кои треба да бидат преземени се од клучно значење за понатамошната контрола на вонредната состојба. Замајќи ги предвид многуте потенцијални можности на развивање на пожарот од клучно значење е сите рударски

работници да ги знаат плановите за одбрана и спасување за дадена катастрофа кои претходно мора да им бидат презентирани и за истите да имаат соодветен тренинг. Раното предупредување, брзиот одговор на рударите и евакуацијата на сите подземни ходници пред да се наполнаат со чад се клучни елементи за опстанокот и намалувањето на повредите на сите вработени во текот на пожарот.

Во рудниците за подземна експлоатација обично се одбележуваат патиштата за повлекување во случај на катастрофа со рефлектори или стрелки кои ја покажуваат насоката за повлекување. Обично во вакви случаи се користат две бои, на пример, црвена боја може да се користи за да се укаже првичниот пат за повлекување додека со зелена боја да се укажат секундарните патишта за повлекување.

Кога чадот ќе се развие се намалува видливоста во рудничките ходници и значително ќе се намали способноста на рударските работници за да донесуваат одлуки. Од исклучителна важност е сите членови на екипажот да останат заедно и да ги имаат потребните средства кои ќе и помогнат за успешна евакуација, затоа е потребно во сите рудници за подземна експлоатација да бидат поставувани потребните апаратури за спасување на секоја работна секција во рудникот.

Овие комплекти за спасување во најчести случаи содржат: јажиња, хемиски светлосни стапчиња, вода за пиење, прибор за прва помош, мапа од рудникот, комуникациски уреди, детектори за гас и други корисни уреди кои ќе се увидат дека се корисни за подобра евакуација во даден рудник.

4.2.3. Борење со пожарот

Првата реакција за гаснењето на пожарот и враќање на истиот во нормала се извршува од страна на рударските работници кои ќе се најдат први на тоа место. Во вакви случаи ако некој рударски работник има ограничена обука за гасење на пожарот може да придонесе за понатамошно ширење на пожарот и негово губење од контрола. Затоа од клучно значење во секој рудник за подземна експлоатација е соодветна

обука и тренинг на одредени периоди во годината на секој рударски работник за реагирање во вакви итни случаи.

Исто така од клучно значење во вакви ситуации е ефективната комуникација на сите рудари и надворешниот персонал, така што сите вработени во рудникот ќе имаат целосно разбирање за ситуацијата. Најдобар начин да се пренесе овој комуникациски протокол е преку обука и тренинг на вработените за работата на дадениот систем за комуникација и протоколот на пренесување на информациите.

Кога рударите ќе го осетат мирисот или ќе го регистрираат чадот, тие прво треба да го истражат изворот на чад. Ако регистрираат оган рударите често се обидуваат да го изгаснат оганот со користење на растресената земја (прашина), преносните противпожарни апарати или со вода. Протоколот за решавање на вакви ситуации е следниов:

- Ако рударскиот работник е сам, тој ќе се обиде да го изгасне оганот, а потоа се јавува во диспечерскиот центар и го пријавува инцидентот;
- Доколку се два или повеќе рударски работници, еден ќе оди до комуникацискиот уред и ќе го пријави инцидентот, а останатите рударски работници ќе се обидат да го изгаснат пожарот.

Многумина од рударските работници кои немаат никаков тренинг и обука или искуство за реагирање во случај на пожар, обично неможат да воочат со која големина и каков вид на пожар можат да изгаснат и најверојатно ќе се обидат да најдат комуникациски уред да го пријават пожарот со што се губи значајно време кое може да доведе до понатамошно ширење на пожарот и доведување до поголеми материјални штети и можни загуби на човечки животи. Времето е критичен фактор во било која ситуација на пожар понекогаш и неколку секунди можат да значат разлика помеѓу целосна контрола на пожарот или целосна катастрофа.

Противпожарни бригади се вториот степен на реагирање веднаш по првичните рударски работници кои ќе се најдат на местото. Противпожарните бригади во рудниците за подземна експлоатација, се составени од специјално обучени и опремени рудари кои работат во рудникот и можат брзо да одговорат во случај на пожар. Противпожарни бригади треба да бидат опремени со целата потребна опрема за гаснење на пожар.

4.3. Опасност од експлозија

Експлозијата во рудниците претставува една од поголемите можни катастрофи кои можат да се случат за време на работа и воедно да предизвикаат можни повреди на работниците и потенцијални загуби на животи, како и големи материјални штети и застои во понатамошното продолжување со работата.

За успешната превенција и ублажувањето на можните експлозии во рудниците со подземна експлоатација бара високоефикасни програми во сите наведени области:

- Спречување на емисијата и ширењето на лесно запаливи гасови;
- Изолација и отстранување на потенцијалните извори на експлозија;
- Разбирање на механиката и параметрите на експлозијата;
- Разработување и воведување на можни методи и системи за спречување на експлозијата;
- Редовни сигурностни испитувања во рудникот;
- Применување на системи за да се задржи чекор со промените во технолошките достигнувања во индустријата;

- Разбирање и познавање на рударската индустрија.

Одговорниот персонал на рудникот треба да ги процени потенцијалните експлозивни атмосфери кои можат да се појават во нивните рудници и да најде заштитна превентива против истите за намалување на можните експлозии кои можат да настанат од нив.

Експлозивните атмосфери и состојки се разликуваат од рудник до рудник, и тоа е во зависност од видот на рудникот, неговиот изглед и напредување, видот на минералните материјали кои се експлоатираат, запаливата прашина која се добива од процесот на експлоатацијата на минералите, и ред други услови кои се специфични за различни рудници. Ослободените експлозивни атмосфери во рудниците за подземна експлоатација изложуваат голем број на луѓе на значителен ризик.

Експлозиите од гас се најчестите случаи во сите рудници, кои по настанатата експлозија генерираат облаци од прав во воздухот во доволна концентрација да се формира уште една експлозивна атмосферска прашина што може да предизвика уште повеќе посилна експлозија. Сето ова зависи и од минералниот материјал кој се експлоатира од дадениот рудник.

Некои супстанции кои испаруваат и формираат магли или пареи можат да формираат експлозивни атмосфери, како што се:

- Нафта;
- Бои базирани на целулоза;
- Аеросоли.

Во рудниците каде што има мала или воопшто никаква веројатност за формирање на експлозивни атмосфери предизвикани од страна на

минералните материјали кое се експлоатираат, одговорниот персонал во рудникот сè уште ќе треба да ги разгледува можните околности за формирање на експлозивна атмосфера од страна на работата активност која се извршува, како што се:

- Запалива експлозивна атмосфера од водород поради оловно-киселинското полнење на батериите;
- Запалива експлозивна атмосфера што произлегува од некои пропусти на заварување или сечење со пламен.

Онаму каде е можно присуството на лесно запаливи атмосфери од страна на гасови во рудниците, од клучно значење за разредување на концентрацијата на запаливата атмосфера е добрата вентилација која може да го разреда воздухот во рудникот и под границата на експлозивност.

Едни од најчестите превенции за спречување на експлозии во рудниците за подземна експлоатација се следниве:

- Да се спречи можното формирање на гасови со експлозивни атмосфери;
- Да се исклучат или контролираат потенцијалните извори за иницирање и палење на експлозивните атмосфери;
- Обезбедување и проверување на опрема за работа која може да предизвика каква било опасност од експлозија или запалување;
- Проверување на системот за вентилација дали е во можност да ја разредава и контролира акумулираната атмосфера на експлозивни гасови;

- Користење на соодветни детектори за следење и откривање на опасни нивоа на запалив гас;
- Употребата на заштитните системи за ублажување на ефектите од каква било експлозија, вклучувајќи бариери за прашина, вода и системи за гаснење на пожар;
- Сите други останати релевантни мерки кои ќе бидат во полза за заштита од експлозија за даден рудник.

4.4. Опасност од пробив на вода

Ненадеен проток на вода во рудник за подземна експлоатација може да има катастрофални резултати кои можат да предизвикат проблеми и повреди на персоналот и рудната механизација, како и застој во работата.

Една од најефикасните методи за спречување на навлегување на водата во рудниците за подземна експлоатација е главниот отвор на рудникот да се направи колку што е можно подалеку од локалните водотеци и локалните рамнини кои можат да бидат поплавени.

Ако главната топографија или геолошките формации на рудното телото го прават ова отворање на рудникот невозможно во побезбедните места за заштита од можни поплави, тогаш ќе биде потребно да се преземат посложени градежните работи за изградба на дренажи и брани кои ќе го заштитуваат рудникот од надојдената околна вода. Постојат бројни фактори кои го диктираат видот и степенот за ублажување на поплави за даден рудник за подземна експлоатација кои се уникатни за различни рудници.

Пред да се размислува за намалување на веројатноста за поплави во рудниците за подземна експлоатација, прво треба да се увиде степенот на можно поплавување од природен фактор. Ова треба да вклучува

конзервативни проценки за површинско истекување и навлегување на водата во јамата.

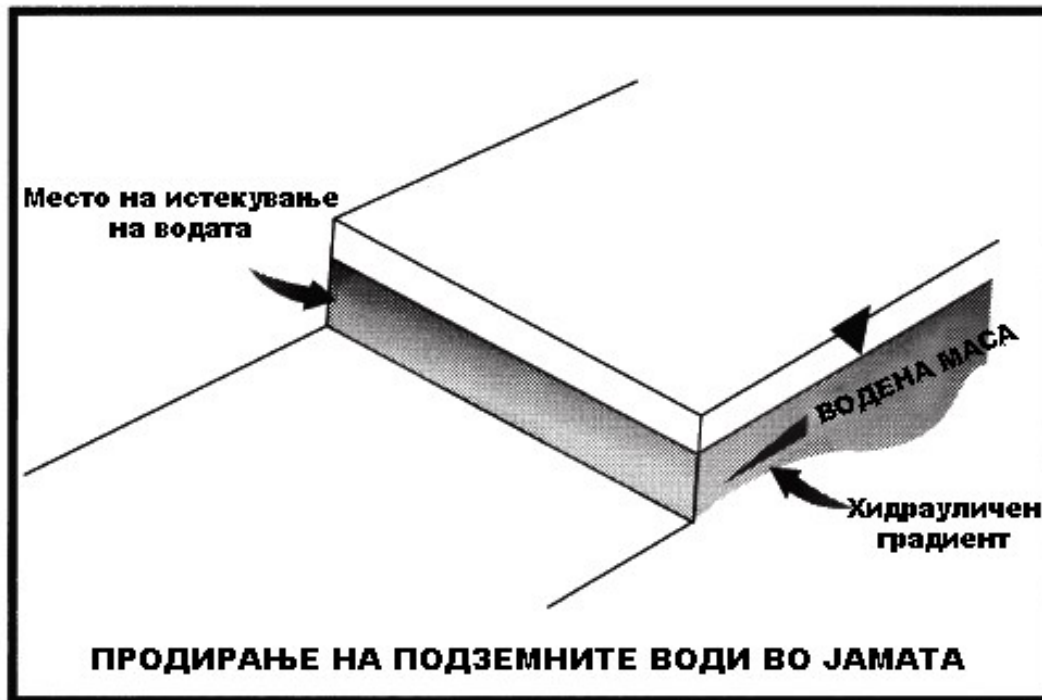
Безбедноста и мерките кои треба да се преземат за спречување од пробив на вода и можност за поплавување треба да претставува највисок приоритет во рударството и можноста за спречување од повреди или смрт поради директни или индиректни поплави во дадениот рудник. Локацијата на јамата во однос на басенот ќе утврди дали одредена шема за превентива е изводлива, односно отворот на рудникот на дното на едена стрмна долина ќе има помалку алтернативи од рудник кој се наоѓа во широка рамнина. Нивото на ризик за неуспех на дадениот систем поврзан со безбедноста од поплавување во даден рудник е поврзан и со економските прашања.

Постојат многу методи за ублажување на поплавите во рудниците за подземна експлоатација. Секој метод има различни влијанија врз животната средина и треба да се земе предвид во изработката на дизајн критериумите на системот. За намалување на влијанијата врз животната средина треба да се оптимизира способноста на постојните реки, потоци или одводни канали за можни влијанија за поплавување на дадениот рудник. За намалувањето и истиснувањето на водата во рудниците за подземна експлоатација е потребно да бидат инсталирани соодветни системи за одводнување и испумпување на водата од рудниците.

Приливот на подземните води во рудниците за подземна експлоатација се јавува од три основни фактори:

- хидрауличен градиент на водата (наклонот на водената маса во почвата или карпата);
- хидраулична спроводливост или пропусливост на почвата или карпа;
- областа или местото преку које се јавува истекувањето на водата.

Приливот на подземните води во рудниците за подземна експлоатација од овие три фактори е илустриран на слика 3.



Слика 3. Начин на продирање на подземните води во јамата

Figure 3. Method of groundwater seepage into the pit

Ова продирање на водата се карактеризира со масен или влажен изглед на почвата или површината на карпата, и навремено забележување и санирање на дадениот регион може да придонесе за спречување од поплавување на секцијата од рудникот и воедно спречување од можни катастрофални последици.

Операциите на минирање и дупчење можат да резултираат со ненадеен и брзо распространет прилив на вода кој со себе може да понесе и други материјали како помали карпи и други житки материјали кои можат да предизвикаат дополнителна опасност за работниците и опремата за работа.

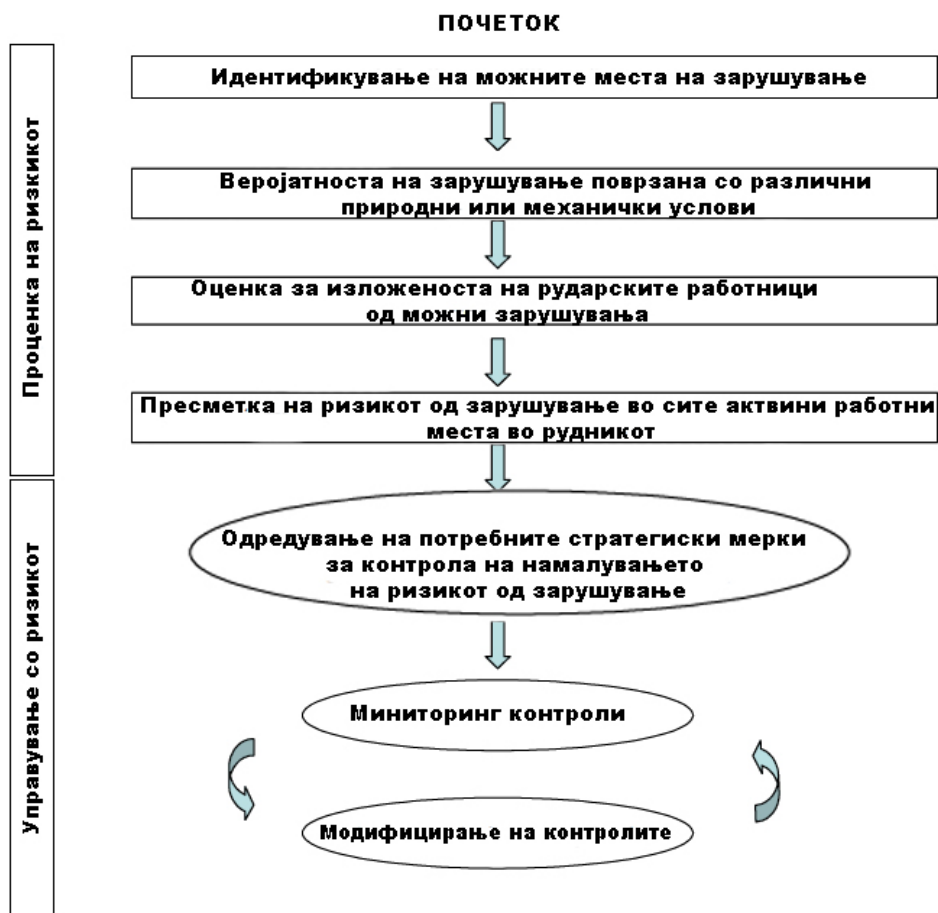
Водата која е присутна во рудниците за подземна експлоатација нормално произлегува од директната инфилтрација на врнежи од дожд и

продирање на подземните води во процесот на напредување на рударските работи со ископувањето на јаловината и минералните материјали.

4.5. Опасност од динамички појави

Опасноста од динамичките појави, како што се зарушувањата од голем обем во рудниците за подземна експлоатација, се едни од најчестите катастрофи што се случуваат во рудниците и предизвикуваат повреди, падури и смртни случаи на работниците, материјални штети врз механизацијата и големи одлагања во продолжувањето на нормалниот тек на напредување на работата. Основна цел на одговорниот тим на даден рудник за подземна експлоатација е да се обиде да ги намали и спречи инцидентите кои се поврзани со зарушувања на подземните простории со претходна проценка на ризикот на секое потенцијално место на зарушување во рудникот. Ако одговорниот тим на рудникот правилно ги процени и спречи ризиците за можно зарушување на рударските простории тие значително ќе ја зголемат безбедноста во рудникот и ќе ги намалат несаканите застои при работа кои се предизвикани од овие зарушувања кои имаат и негативна економска последица за дадениот рудник. Едно од најважните безбедносни прашања во секој рудник за подземна експлоатација е потребата да се идентификува локацијата и видот на можната опасност од зарушување на подземните простории.

Процесот за проценка на ризикот и спроведување на контроли за да се управува со овие ризици може да се замисли како низа на чекори кои се прикажани на слика 4. Првиот чекор е да се препознаат местата на можни зарушувања во активните простории на рудникот. Следниот чекор користи широк спектар на техничка анализа на ризикот за да се утврди веројатноста на зарушување поврзано со различни услови. Изложеноста на опасност на рударските работници е клучен елемент во проценката на ризикот. Бидејќи ризикот може да биде делумно пресметан во рудникот, управувањето со ризик-методите може да се користи за да се утврди како да се намали ризикот.

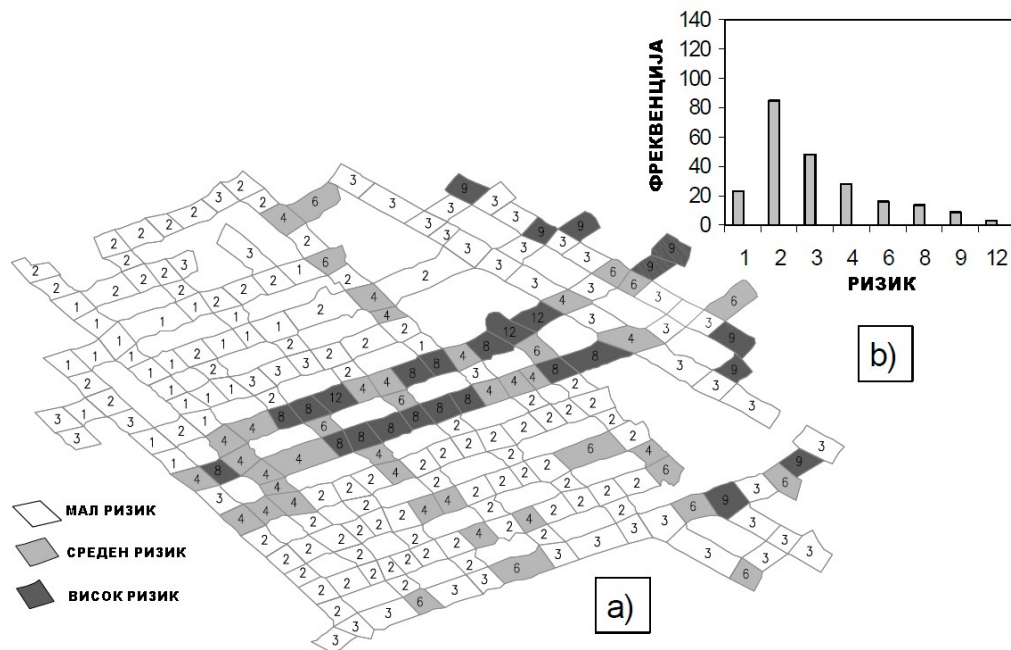


Слика 4. Генерализирана структура на проценката на ризикот од зарушување и дејности кои треба да се преземат за негова контрола
Figure 4. Generalized structure of the risk assessment of demolition and actions to be taken to control it

Методите за проценка на ризикот од можни зарушувања на рударските простории обезбедуваат систематски пристап кон идентификување и карактеризирање на ризиците, особено оние поврзани со ниска веројатност и со висока веројатност на случување.

Едни од најчестите методи за идентификување и систематизирање на ризиците од зарушување се следниве:

- Изработка на карти и нацрти од можните места на зарушувања во рудникот;
- Изработка на карти и нацрти од изработената класификација на карпите;
- Мониторинг податоци од целиот рудник.



Слика 5. Пример на карти и нацрти кои се изработуваат за систематски и визуелно да се претстават можните ризични места на зарушувања на просториите на даден рудник

Figure 5. Example of maps and drawings that are made for systematic and visually possible cease-risk places of demolition of a given mine

Обично методите за проценка на ризикот од зарушувања и спречување на несакани последици се пресметуваат како:

*Ризик од зарушување = Веројатноста на зарушување * Последиците од настанот*

Ризик од зарушување кој се пресметува од следнава равенка се состои од два фактора: веројатноста на зарушување и потенцијалната опасност да биде повреден некој рударски работник за време на зарушувањето на некоја рударска просторија. Веројатноста на зарушување се прави со претходна техничка анализа на потенцијалното место на зарушувањето, додека проценката за изложеноста на рударските работници кои можат да бидат зафатени од зарушувањето се пресметува од тоа дали потенцијалното место е во работна активност и дали воопшто има движење на рударски работници покрај тоа место.

Бидејќи нема начин со сигурност да се предвидат карактерот и големината на зарушувањето на рударските простории, може да се каже дека секое зарушување има потенцијал да создаде сериозни проблеми врз животот и здравјето на рударските работници и воедно и големи материјални штети врз механизацијата која ќе биде зафатена од зарушувањето и непредвидени застои во напредувањето на работата. Затоа, добра превенција од оваа честа катастрофа која се случува во рудниците за подземна експлоатација е навремено идентификување и систематизирање на ризиците од зарушување со често набљудување на работните рударски простории и нивно евидентирање во картите и нацртите на дадениот рудник.

5. ЗНАЧЕЊЕ ОД ОБУКАТА И СВЕСТА ЗА РИЗИЦИТЕ НА РАБОТНОТО МЕСТО

Континуираната информираност на работниците и свесноста за можните ризици е прв и можеби најважен чекор во постигање на потребното ниво на безбедна работа.

Работниците ќе бидат информирани и свесни за ризиците што ги носат работните задачи, процедурите и практиките за безбедна работа само доколку се соодветно обучени.

Во прв ред, обуката на вработените е законска обврска. Имено, согласно со Законот за безбедност и здравје при работа („Службен весник на РМ“, бр 92/07- член 31), работодавачот мора на секој вработен да му обезбеди соодветни обуки за безбедност и здравје при работа и тоа:

- при вработување;
- во случај на преместување на ново работно место;
- во случај на воведување на нова технологија или нови средства за работа;
- во случај на секоја измена на работниот процес која може да го промени нивото на безбедноста и здравјето при работа.

Согласно со законските прописи, обуката за безбедност и здравје при работа мора да се приспособи кон спецификите на работното место и мора да се изведе во согласност со програма која мора да биде ажурирана и изменета во поглед на новите облици и видови на опасност.

Работодавачот мора да утврди задолжителни редовни теоретски и практични испити за безбедно извршување на работата за сите вработени на работното место каде што е констатирана зголемена опасност од повреда и нарушување на здравјето при проценка на ризикот, како и за сите оние вработени на работни места каде што е зголемен бројот на случаи на повреда при работа и загрозување на здравјето.

Во рударската индустрија, поради специфично високиот ризик, барањата за обука се специфицирани во посебни правилници кои вообичаено ги дефинираат темите што мора да бидат вклучени во обуката.

Овие теми, покрај специфичните ризици за дадениот рудник, минимално вклучуваат:

- Опис на работната средина/услови;
- Инструкции за препознавање и избегнување на ризиците од вообичаените инсталации и операции, како што се електричните инсталации, мобилната опрема, нестабилна кровина или подина на просториите;
- Основно познавање на прва помош и самопомош;
- Опис на плановите за одбрана и спасување;
- Инструкции за сингализација во вонредни состојби;
- Инструкции за безбедна работа на специфичното работно место, запознавање со физичките и хемиските контаминанти и законските барања во врска со истите;
- Инструкции на законските права и обврски;
- Преглед и опис на управувачките структури;
- Инструкции за користење на лична заштитна опрема;
- Преглед на процедурите за пријавување на ризиците и појава на несакани последици.

Согласно со најдобрата индустриска пракса, овие обуки во одредена форма се повторуваат во период кој е оптимален за дадената операција што вообичаено е барем еднаш годишно.

Доколку се смета за неопходно, а со цел да се промовира културата на безбедна работа, обуките може да вклучат и други теми, или да се зголеми нивната фреквенција.

Секако, од голема важност е безбедносните практики на работа е да станат секојдневна рутина за работниците, а високото ниво на информираност за ризиците низ разни форми да се одржи во нивните мисли во текот на целиот работен ден.

6. ПЛАНОВИ ЗА ОДБРАНА И СПАСУВАЊЕ

Производите што ги добиваме од рударската индустрија ја генерираат поголемиот дел од енергијата што се користи во оваа земја, од електрична енергија во домовите до разните материјали кои ги користиме во градежништвото. Рудните ресурси, исто така, служат како влез за потрошувачки добра на процесите и услугите кои ги даваат речиси сите други индустрии, особено во земјоделството, производството, превозот, комуналните услуги, комуникацијата, градежништвото и др.

Традиционално, рударската индустрија е позната како високоризична и независно од огромниот напредок на технологиите за предвидување и контрола на ризиците, како и на мерките и средствата за заштита, ризикот за безбедноста на перосналот и опремата и понатаму останува една од најчестите асоцијации за оваа индустрија.

Тоа се должи во прв ред на специфичните природни услови во кои се одвиваат рударските активности, а кои не секогаш можат да се контролираат навремено и целосно, употребата на различни енергенси со комплексни дистрибутивни системи, како и се помоќната и покомплесна механизација. Влијанието на овие фактори врз појавата на негативни (дури и катастрофални) последици се мултиплицира кај подземните рударски

операции. Изградбата на подземни рударски објекти, окна, ходници и тунели се од големо суштинско значење, но воедно се и многу опасни активности. Да се работи под намалени светлосни услови, ограничен пристап на влез и излез, потенцијална изложеност на загадување на воздухот, опасности од пожар, експлозија и зарушување на подземните објекти, ова се само дел од можните компликации на кои секојдневно може да најде еден рудар. За намалување на можните компликации и несакани повреди врз работниците во рударската индустрија неопходно е да се зголеми свеста на работниците за можните ризици кои се јавуваат при работа, како и безбедносните процедури кои треба да ги почитуваат за работа во специфични услови и за ракување со специфична опрема.

Соодветно на претходно изнесените констатации кои можат да се случат при работа во рудник со подземна експлоатација, а со цел минимизирање и контрола на ризиците и намалување на негативните последици при појава на несреќни случаи, неопходно е изготвување на соодветен план за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација кој истовремено стана и законска обврска за сите подземни рудници. Функцијата на планот за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација е намалување на повредите и смртните случаи кои настануваат при потенцијалните опасности кои можат да предизвикаат несреќи како што се: гасови, пожари, експлозии, проток на вода, рушења со голем обем итн.

6.1. Општо за плановите за одбрана и спасување во рудници со подземна експлоатација

Итен случај во рудник за подземна експлоатација може да се дефинира како „секој непланиран настан кој предизвикува сериозни повреди на работниците или губење на живот, предизвикува голема материјална штета, ги нарушува и попречува рударски работи или предизвикува закана за финансиска состојба на операцијата или на јавниот имиџ“.

Добрата подготвеност на плановите за итни случаи е од големо значење. Добро дизајниран и добро подготвен план за реагирање во итни случаи може да ги елиминира или контролира опасностите во кои можат да се најдат работниците или инженерите во подземната експлоатација, па така при настаната катастрофа со добро подготвен план за реагирање при итни случаи може да резултира со минимален ефект врз рударските работници и механизацијата која е зафатена со настанатата катастрофа.

Управувањето со итни случаи е колективен аранжман на персоналот да планираат за ублажување, контрола и можност да одговори и да закрепи од настанатата катастрофа. Управувањето со итни случаи предвидува структурирана рамка за завршување на сите активности согледани во вонредната ситуација.

Една очигледна карактеристика на голема итна операција во рударството е брзото развивање на комплексноста која ги согледува поединците кои се обидуваат ефикасно да управуваат со сите организации, луѓе, опрема, материјали, комуникации и на безбедноста и здравјето на сите инволвирани. Добро осмислен и подготвен план за итни случаи може многу да ја олесни оваа конфузија и комплексност.

Ако се случи некоја катастрофа, сите рударски операции можат да прераснат во хаос и сите лица (раководителите и работниците) можат да бидат поразени од страна на задачата пред нив. За успех од ублажување или намалување на последиците од вонредната состојба се бара од сите лица да дејствуваат брзо и ефикасно, а сето ова е можно ако претходно е подготвен план за одбрана и спасување во итни случаи што веќе е презентираан пред сите рударски работници и инженери.

Добро развиениот и добро подготвениот план за одбрана и спасување во итни случаи може да резултира со:

- ❖ Помош на рударските компании да ја исполнат својата морална одговорност за заштита на нивните работници, имотот и евентуално на животната средина;

- ❖ Почитување на државните рударски прописи и рударскиот инспекторат;
- ❖ Ја зголемува и подобрува одговорноста на компанијата за да се закрепне побрзо од финансиски губиток, регулаторните казни, губење на пазарот и заштита на опремата за работа;
- ❖ Се намалува кривичната одговорност;
- ❖ Го подобрува чувството за безбедност;
- ❖ Намалување на премиите за осигурување.

Целта на подготвеноста за планот за реагирање при итни случаи е:

- спречување на настанатата катастрофа;
- подготовка за реагирање при вонредна состојба;
- одговор и акции за преземање при вонредната состојба;
- напорите за закрепнување по вонредната состојба.

Плановите за одбрана и спасување во рудници со подземна експлоатација ги вклучуваат следниве работи:

- полиса за реагирање во итни случаи и политика за управување во рудникот во случај на катастрофа;

- овластувања и одговорности на клучни лица;
- видови на итни случаи што можат да се случат;
- како и од кој ќе се водат овие вонредни ситуации;
- какви напори за закрепнување ќе бидат структурирани.

6.1.1. Клучни елементи за управување со итни случаи

6.1.1.1. Одговорност и контрола

Во секоја смена во рудникот некој мора да биде задолжен за управување за време на вонредна состојба, ако дојде до тоа. Оваа функција обично ја добиваат најiskusните инженери кои работат во дадената смена. Ова лице, со помош од другите работници и инженери во рудникот, е одговорно за управување со ресурсите, анализа на информациите и донесување на одлуки.

Конфигурацијата на системот за контрола во рудникот ќе зависи од многу фактори. Многу од поголемите рудници имаат специјално обучени противпожарни бригади и спасувачки екипи кои се лесно достапни. Повеќето помали рудници мора да се потпрат целосно на меѓусебна и заемна помош со договори со други рудници или изведувачи од ваков карактер.

Во случај на вонредна состојба, тимот за управување во итни случаи се собира. Оваа група е одговорна во сите аспекти на итно реагирање, одговор и решавање на настанатите проблеми. Одговорните во оваа група мора да разберат дека безбедноста на рударите и нивно евакуирање е нивен главен приоритет, потоа следува спречување на инцидентот од ескалација и намалувањето на материјалната штета. Оваа група обично се води од најiskusниот рударски инженер. Ова лице врши команда и контрола на сите аспекти на вонредна состојба. Тимот за управување во итни случаи, во зависност од големината на рудникот, обично го вклучува следново:

- ❖ Искусен рударски инженер кој ја води групата за управување во итни случаи;
- ❖ рударски инженер;
- ❖ инженер за безбедност;
- ❖ рударски пожарникар;
- ❖ менаџер на човечки ресурси;
- ❖ правни лица;
- ❖ инженер за животна средина;
- ❖ државен регулаторен претставник;
- ❖ трудов претставник.

Групата за управување во итни случаи овозможува управување со настанатиот инцидентот, преку воспоставување на збир од заеднички цели и задачи. Оваа група меѓусебно работи за да се развие збир од стратешки и тактички планови за полесно да се совлада настанатата катастрофа која може да донесе многу несакани последици. За поефективна работа на овој тим е потребно бројот на персоналот да биде колку што е можно помал или онолку колку што е потребно.

Откако плановите за реагирање при настанатиот итен случај се одобрени, одговорниот на групата за управување во итни случаи има одговорност и надлежност да го направи следново:

- ❖ Да утврди какви активности се потребни за контрола или намалување на настанатата катастрофа;
- ❖ Да утврди каков персонал и материјални ресурси се потребни за брзо реагирање;
- ❖ Да се поврзе со надворешните агенции кои можат да помогнат за побрзо решавање на настанатиот проблем;
- ❖ Да се даваат навремени информации на семејствата на рударите кои се зафатени со настанатата катастрофа;
- ❖ Да одреди кога треба да се прекине со активностите за одговор при катастрофи.

Групата за управување во итни случаи ќе го назначи командантот на инцидентот, кој е одговорен за управување на инцидентот на терен и за негово тактичко планирање и извршување. Ова позиција обично е управувна од страна на надзорникот на рудникот. Командантот на инцидентот обично е придружуван со државниот инспектор и претставник на рударите, додека тој се носи со своите должности.

Од огромно значење е да се направи записник од сите случувања кои се направени во текот на решавањето на настанатиот инцидент. Сите комуникации помеѓу групата за управување во итни случаи и заробените рудари е потребно да бидат зачувани за понатамошна анализа.

Групата за управување во итни случаи не треба да се меша со командантот на инцидентот која функција однапред се доделува во изработката на планот или пак се доделува по настанатата катастрофа од групата за управување во итни случаи. Одговорното лице на групата за управување во итни случаи има голема одговорност во случај на вонредна состојба во рудникот.

За секоја смена во рудниците за подземна експлоатација мора да има одговорно лице на групата од рударските работници и инженери кои во тој момент се наоѓаат под земја, кое претходно ќе биде назначено од рударскиот операторот.

Одговорното лице на дадената група од рударските работници и инженери треба да ги има тековните случувања и сознанија на локација и очекуваните движења на рударските работници, тековното работење на системот за вентилација, можните патишта за повлекување ако настане некоја катастрофа, рудниот комуникациски систем, локации на противпожарната опрема и сите останати рударски работи кои се случуваат од местото за работа каде се наоѓа групата на работници.

Одговорното лице треба да биде обучуван редовно секоја година од страна на лица кои професионално се занимаваат со решавања на вакви проблеми во областа на рударството. Овој курс кој треба редовно да се одржува секоја година треба да опфати теми, како што се следниве:

- ❖ Организирање на командниот центар;
- ❖ Координативни противпожарни кадри;
- ❖ Распоредување на противпожарна опрема;
- ❖ Воспоставување и донесување на свеж воздух;
- ❖ Имплементирање на спасувачки екипи;
- ❖ Обезбедување од штетни гасови и нивна анализа;
- ❖ Воспоставување на безбедност;
- ❖ Изработка на итен план за евакуација;

- ❖ Контактирање со групата за управување во итни случаи.

Лицето кое е назначено како одговорното лице за управување при итни случаи е должно да потврди со потпис и датум дека ја има завршено обуката за реагирање и справување при катастрофи и за одржување на безбедноста во рудникот за тековната година.

Рудниот оператор ќе им укаже на сите рударски работници и инженери за идентитетот на одговорното лице назначено од негова страна и дека треба да ги следат неговите наредби при случај на настаната катастрофа. Ако дадената катастрофа ескалира на посложено ниво и ако на местото пристигнат овластени стручници за дадениот проблем, одговорноста и командата се префрла на овие органи.

6.1.1.2. Комуникација

Еден од клучните елементи за ефикасен одговор при итни случаи е добриот комуникациски систем кој е во состојба да праќа и прима информации брзо, јасно и ефикасно.

Една од најважните врски во комуникација за време на итен случај е врската или комуникацијата помеѓу работниците кои се зафатени со катастрофата и групата за управување во итни случаи.

Новите технолошки достигнувања во безжичните комуникациски уреди и апарати за следење значително ја подобри способноста на рударскиот оператор да комуницира со рударските работници и инженери кои се наоѓаат во рудници за подземна експлоатација.

6.1.1.3. Површински објекти

За време на итен или вонреден случај, голем број на површински објекти се потребни за да може непопречно да се извршуваат акциите потребни за навремено решавање на настанатата катастрофа. Потребни се следниве објекти:

- ❖ **Команден центар** - служи како центар за решавање на итните операции. Командниот центар е местото каде што одлуките се донесуваат врз основа на добиените информации од назначениот командант на инцидентот и од другиот персонал. Без оглед на големината на рудникот, дали тоа е мал или голем рудник, мора претходно да биде дефиниран и обележан просторот на командниот центар. Ознаката на командниот центар треба јасно да биде формулирана и нагласена во текот на изработката на планот за реагирање при итни случаи. Командниот центар обично се наоѓа на површината во управната зграда или пак во некоја површинска слободна просторија во склоп на рудникот, во која можат непречено да работат најмалку 5-10 луѓе. Командниот центар треба да биде опремен со комуникациски системи, интернет, референтни материјали, мапи од рудникот, како и сите други алатки и ресурси кои се неопходни за да се реагира брзо и ефикасно за време на вонредната состојба.

- ❖ **Простор за подготвување на спасувачките екипи** - Кога спасувачките екипи ќе пристигнат во рудникот, тие се пријавуваат и се распоредуваат по групи ако тоа е неопходно.

- ❖ **Површински простор за апаратурата која се користи за спасување** - Овој простор е потребен за спасувачките екипи да ги тестираат и проверуваат апаратите кои се потребни за спасување и реагирање при итни случаи. Овој простор треба да биде добро осветлен да има вода и електрична енергија на располагање. Некои спасувачки екипи може да донесат свои спасувачки возила за оваа намена и затоа треба да биде обезбеден и паркинг.

- ❖ **Обезбедување во рудникот** - создавање на добра безбедност во рудникот е од суштинско значење за да се задржат патиштата до рудникот, отворени за непречена достава, и да се зачува имотот на рудникот безбеден од љубопитни минувачи кои можат да ја попречат работата. При итен случај за ова можат да помогнат, ако е тоа потребно и полицијата и противпожарните екипи.
- ❖ **Информативен центар** - чија функција е да даваат информации и одговори на прашања на семејствата на рударите кои се зафатени од катастрофата и да одговори на медиумите ако е тоа потребно.
- ❖ **Простор за чекање на семејствата, роднините и пријателите** - овој простор треба да се наоѓа подалеку од која било активност за спасување.
- ❖ **Простор за медиуми** - е единствената област каде што е дозволено присуство на медиумите и од овде тие ќе ги добиваат првичните информации од **информативен центар**.
- ❖ **Медицински центар** - место од каде што се дава првичната медицинска помош.

6.1.1.4. Инцидентен команден систем

Командниот центар е критична компонента за управување во рудникот при настанати итни случаи и обезбедува структура за управување што резултира со подобро одлучување, поефикасно користење на дадените ресурси и воспоставување на трите основни принципи на управување (команда):

- ❖ единство во управувањето;

- ❖ распон во управувањето;

- ❖ делегирање на управувањето.

Организацијата на инцидентниот команден систем има пет главни функции на управување и тоа: операции, планирање, логистика, дејствување и финансии.

Командниот центар во секој рудник е дизајниран да се справува со сите можни итни состојби и ситуации во кои може да се најде дадениот рудник и воедно да може брзо и ефикасно да воспостави контрола и побрзо решавање на дадената итна ситуација. Во командниот центар се воспоставува структура за управување за сите можни аспекти на итни ситуации за дадениот рудник.

Ефективен инцидентен команден центар обезбедува цврста структура на управување, создава логички систем за спроведување на теренската работа на начин како што е ефикасен и безбеден за сите луѓе кои се вклучени во решавање на настанатата катастрофа.

Конфигурацијата на инцидентниот команден систем ќе зависи од многу фактори. Големите рудници за подземна експлоатација генерално ќе имаат една или повеќе спремни спасувачки екипи во секое време, добро обучени и опремени противпожарни бригади, како и група на итни медицински техничари. Повеќето помали рудници мора да се потпираат на договори со други фирми од ваков карактер кои можат да реагираат во секое време.

Типичен *инцидентен команден систем* е прикажан на слика 6.²



Слика 6. Структура на дејствување на инцидентниот команден центар

Figure 6. Structure of the action on incident command center

Командната функција се врши од командниот центар кој е седиште за која било акција за спасување или за реагирање при итни случаи и враќање на правобитниот систем на работа во дадениот рудник. Командниот центар

² "DEVELOPING A COMPREHENSIVE EMERGENCY PREPAREDNESS PLANNING MANUAL FOR UNDERGROUND MINING OPERATIONS" (December, 2008), West Virginia Office of Miners' Health, Safety and Training and West Virginia University – Mining Extension Service, p.28

е група од обучен персонал кој обично вклучува претставници од управата на рудникот, државен рударски инспектор и претставници од рударските инженери.

Основни одговорности на групата од командниот центар се:

- ❖ идентификација на вонредната состојба и проблемите поврзани со неа;
- ❖ утврдување на целокупната стратегија за справување со дадената вонредна состојба;
- ❖ распоредување и утврдување на потребните средства за справување со дадената вонредна состојба;
- ❖ развој на организациона структура, која ги задоволува потребите за решавање на вонредната состојба;
- ❖ обезбедување на сигурноста на сите лица кои ќе бидат вклучени за решавање на вонредната состојба;
- ❖ ефикасно искористување на расположливите ресурси;
- ❖ обезбедување на соодветна информација до медиумите и другите засегнати страни.

Ефикасниот комуникациски систем треба да го обезбедува командниот центар со информации, како што се:

- ❖ моменталната состојба на рудникот;

- ❖ сите донесени одлуки на спасувачките екипи кои работат за решавање на вонредната состојба;
- ❖ моменталното планирање;
- ❖ следење на рударската опрема и механизација.

Процесот на одлучување на одговорната група во командниот центар понекогаш одзема многу критично време, но важно е да се разбере одговорноста на одлуките која ја има оваа група во командниот центар, бидејќи влијанието на единствена одлука може да донесе нов правец на целата операција која може да значи и катастрофа или изгубени животи. Од друга страна, одлука која е одложена премногу долго, исто така, може да има кобни последици.

Другата функција на инцидентниот команден центар вклучува и идентификување, следење и оценување на потенцијалните небезбедни ситуации и развивање на практични решенија за нивно обезбедување и нивно враќање во нормала. Функцијата на оваа операција опфаќа распоредување на тимот за спасување, правец и координацијана сите можни ангажирани ресурси за итни операции кои можат да вклучат потрага и спасување, медицински третман, контрола на опасни материјали и гасови и други придружни операции поврзани со регулирање и решавање на вонредната состојба.

Информациониот систем кој е во склоп на инцидентниот команден центар служи за собирање на витални информации потребни на персоналот од командниот центар за дистрибуирање на потребните информации во текот на организацијата за спасување или решавање на дадениот инцидент и воспоставување единствена точка на контакт до медиумите, сопствениците на рудникот и до семејствата на зафатените рударски работници од страна на вонредната состојба.

Логистичкиот систем во склопот на инцидентниот команден центар служи за обезбедување простории, услуги и материјали за поддршка на рудникот во вонредни ситуации, што може да вклучува храна и сместување за рударските спасувачки екипи и пожарникари, специјалната опрема за спасување и потрошен материјал, како и другите потребни апаратури за решавање на дадената вонредна состојба.

Системот на планирањето како функција во инцидентниот команден центар служи за собирање и анализа на податоците и виталните информации за донесување на важни одлуки и безбедно утврдување и решавање на ефикасноста на направената стратегија, како и развивање на алтернативни стратегии за управувањето со вонредните состојби.

Финансискиот систем во инцидентниот команден центар служи за да се справи со сите финансиски аспекти на вонредната состојба за дадениот рудник, како што се распоредување на финансии колку што е потребно за ресурсите потребни за ефикасно и безбедно завршување и решавање на вонредната состојба. Идеално инцидентниот команден систем во рудникот треба да се активира во три фази.

Во првата фаза рударските работници кои се зафатени од дадената вонредна состојба треба да го пријават инцидентот во диспечерскиот центар. Рударските работници кои први ќе се најдат на местото на инцидентот треба да бидат во можност да увидат дали можат да ја контролираат дадената вонредна ситуација или пак да започнат со евакуација на рударските простории.

Во втората фаза се повикува противпожарната служба и/или спасувачките екипи, а во меѓувреме инцидентниот команден центар треба целосно да биде екипиран со сите нејзини клучни членови.

Во третата фаза сите потребни итни операции се во фаза на извршување и сите функции и системи на командниот центар/систем се активираат.

Командниот центар треба да биде лоциран во склоп на рудникот, во безбедна локација и обезбеден од неовластено влегување и попречување

на работата и треба да биде што е можно поблиску до рударскиот спасувачки тим. Елементи и апаратури кои се неопходно потребни во склоп на командниот центар се телефони со отворени линии, добар вентилациски систем за дотур на свеж воздух за непречена работа на одговорниот персонал, компјутери, мапи и нацрти од дадениот рудник и постојано надградување на постојната потребна технологија на даден временски период за подобро извршување на потребните функции од страна на одговорниот персонал на командниот центар.

За постигнување на сите цели на командниот центар е потребно претходно планирање за секој даден рудник, кое е од суштинско значење. Без процесот на претходно планирање се губи драгоцено време во создавање на команден центар и активирање на потребните акции и системи за решавање на дадената вонредна состојба.

6.1.1.5. Развивање на процедури и планови за одговор при катастрофи

Тимот одговорен за развивање на процедурите и плановите за одговор при катастрофи во првиот чекор треба да ги оцени внатрешните и надворешните ресурси и можности за развивање на настанатата катастрофа, да ги оцени ризиците во однос на веројатност и последици, и треба да започне да развива планови за спречување и ублажување на овие индивидуални ризици. Овој тим за планирање, исто така, треба да биде подготвен и за предвидување на работи кои можат да се случат во разните обиди за спречување на настанатата катастрофа. Сепак, главниот фокус на овој тим е формулирање на стратегии за справување со овие потенцијални итни ситуации.

Една од главните функции на тимот одговорен за развивање на процедури и планови за одговор при катастрофи се следниве:

- ❖ Да утврди од која област се потребни експерти и ресурси за ублажување или контрола на инцидентот;

- ❖ Да утврди каква опрема е потребна за ублажување или контрола на инцидентот;

- ❖ Развивање на соодветни стратегии за одговор.

Планот може да вклучи генерички акции кои се заеднички за сите итни случаи или посебни планови кои се однесуваат на одредени типови на итни случаи. На пример, во секој итен случај постои стандарден сет на постапки за известување, како што се известувања за голем пожар, експлозија или поплави. Сепак, одредени процедури за контрола на голем оган во рудникот ќе бидат сосема различни од оние за контрола на голема експлозија во рудникот.

Секогаш кога е можно овие постапки за спречување и контрола на настанатата катастрофа треба да се бележат и развиваат во форма на список. Ако сето тоа се направи на овој начин, раководителите и други одговорни за решавање на итниот случај брзо можат да оценат она што е направено и она што уште треба да се направи. Овие листи треба да ги содржат датумот, времето и иницијалите на лицето кое го врши дадениот предмет. Многу од овие процедури се регулирани од страна на државните агенции.

Друг добар метод за забележување на постапките за одговор при катастрофи е да се употреби едноставен проток во табели на главните активности кои мора да се случат од моментот на случувањето на потенцијалната опасност. Оваа шема помага да се утврди концептот на операциите кои треба да се преземат за време на вонредната состојба. Оваа шема, исто така, помага да се идентификуваат недостатоците во системот на контролата на ситуацијата.

Постојат голем број на фактори што треба да се земат предвид при одлучувањето за каков тип на операции е потребно да се преземат за контрола на настанатата катастрофа. Овие фактори вклучуваат:

- ❖ **Време на реакција** - Брз одговор при итни случаи е од суштинско значење за ефикасно ублажување или контрола на настанатата ситуацијата.
- ❖ **Рударите на смена** - Дали има доволно обучени рударарски работници и инженери на смена кои се достапни да одговорат на настанатиот инцидент?
- ❖ **Обука и тренинг** - Каков вид на обука имаат рударите? Дали имаат обука за гаснење на пожар?
- ❖ **Опрема** - Дали опремата е лесно достапна за контрола на инцидентот и дали е воопшто достапна?
- ❖ **Надворешни ресурси** - Колку брзо може да пристигне надворешната помош?

Друга важна задача е да се доделат одговорностите и функциите на персоналот кој ќе учествува во решавање на настанатиот проблем. Едноставен начин за одредување и определување на обврските на персоналот е да се развие листа во која главен фактор во доделувањето на одговорностите ќе бидат земени предвид искуството и специјализираноста на персоналот во дадени области.

6.1.1.6. Фаза на обнова

По завршувањето или прекинувањето на фазата на итна интервенција, рударската операција се соочува со фазата на обнова за повторно започнување со работа. Иако секоја итна интервенција е уникатна по својот карактер, претходното планирање и подготовка може да се предвиди многу од проблемите со кои може да се сретнат за време на фазата за обнова на рударските операции. Веднаш по завршувањето и

решавањето на катастрофата започнува регулаторната истрага за да се утврдат причините за настанувањето на дадената катастрофа.

6.1.2. Тестирање на плановите за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација

Никогаш не е препорачливо да се тестира ефикасноста на плановите за одбрана и спасување при итен случај за време на вонредна состојба. Планот треба да биде тестиран пред вонредна состојба. Целта на ова тестирање е да бидете сигурни дека планот ќе функционира.

Многу ефикасен метод на тестирање на планот е со помош на компјутерска симулација со чија помош може да биде зададена катастрофа која се случува често во даден рудник за подземна експлоатација и со помош на симулација да се одредат успешно рутите за одбрана и спасување на рударите зафатени со дадениот проблем и намалување на материјалната штета.

6.1.3. Имплементација на плановите за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација

Спроведување и имплементација на планот значи повеќе од едноставно извршување на политиките и постапките за време на вонредна состојба. За успешно спроведување на планот е потребно постапување по препораките кои беа направени за време на проценката на ризикот, интегрирање на планот во рударски операции, обуката на вработените и оценување и ревизија на планот.

Плановите за одбрана и спасување во рудниците мора да стане дел од рударската култура. За сето ова мора да се изгради свест, да се едуцира и обучува персоналот во оваа сфера на дејствување, да се вклучат сите нивоа на управување и да се прават планови и подготовки за дејствување во итни случаи.

Секој елемент на подготовка за дејствување во планот за итен случај треба внимателно да се анализира и да се потврди и утврди дека тоа е

најдоброто решение за даден проблем. Рударите кои не се обучени за дејствување при итни случаи нема да учествуваат при реализирање на планот. За да се намали овој број на неискусни и необучени рудари во оваа област е потребно годишно советување и тренинг на сите вработени во рудникот за да можат успешно да се справат и дејствуваат при настаната катастрофа.

7. СОФТВЕРИ ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЈА

7.1. Преглед на поимот компјутерска графика

Развојот на компјутерската графика придонесе за полесно комуницирање, подобро разбирање и толкување на многу типови на податоци. Случувањата и развојот во компјутерската графика имаат големо влијание врз многу облици во сферата на индустријата и модерното инженерство.

Терминот компјутерска графика се користи во поширока смисла на зборот да се опише „речиси сè за компјутери што не вклучува текст или звук“. Вообичаено, терминот компјутерска графика се однесува на неколку различни работи:

- ❖ застапување и манипулација со податоците на сликата со помош на компјутер;
- ❖ различните технологии кои се користат да се создаде и манипулира со слика;
- ❖ дигитална синтеза и манипулирање со визуални содржини.

Денес компјутерите и компјутерските генерирани слики имаат влијание во многу аспекти од секојдневниот живот. Компјутерската графика ја среќаваме на телевизија, во весници, временски извештаи, во повеќе сфери на инженерската индустрија ит.н. Добро конструиран графикон може

да претстави комплексни статистички податоци во визуална форма што можат да ја разберат повеќе луѓе од различни сфери и области на живот.

Со текот на времето, посебно во последната деценија се создадени многу моќни алатки и софтвери за визуализација на податоци. Компјутерските генерирани слики и анимации може да се категоризираат во неколку различни типови: 2D, 3D, 4D, 7D, анимирана графика. Како со текот на времето се подобрува технологијата, така 3D компјутерската графика станува сè почеста, но сепак денес најмногу користен метод е 2D компјутерска графика. Во текот на изминатата деценија, голем акцент беше ставен со развојот на инженерската и научна визуализација која повеќе се занимава со визуализација на тридимензионален феномен (архитектура, метеоролошки феномени, медицински, биолошки и др.), каде што акцентот е ставен на реални нацрти на волумени, површини, па дури и со динамичните (време) компоненти.

Најчесто користени видови на компјутерска графика се:

- ❖ **2D компјутерската графика** е компјутерско генерирање на дигитални слики и анимации, претежно од двадимензионални модели кои се наоѓаат во простор од две димензии. 2D компјутерска графика се користи главно во апликации кои првично биле развиени врз традиционалните технологии на печатење и цртање, како што се типографија, картографијата, технички цртеж, реклами итн.
- ❖ **3D компјутерска графика**, за разлика од 2D компјутерска графика користи тридимензионална претстава на геометриските податоци. И покрај овие разлики, 3D компјутерска графика се потпира на многу од истите алгоритми како 2D векторската компјутерска графика. 3D компјутерска графика, често се нарекува и 3D модел кој е математичка репрезентација на секој тридимензионален објект.

Постојат многу 3D компјутерски софтвери за креирање на 3D анимации и слики од ваков карактер.

- ❖ **Компјутерска анимација** е техника на креирање подвижни слики преку користење на софтвер со помош на компјутер. Компјутерска анимација се создава со помош на 2D и 3D компјутерската графика.

7.2. Преглед на поимот визуализација

Визуализацијата е техника на креирање на слики, дијаграми или анимација за полесно и визуално да се претстави дадената информација или дадениот податок. Визуализација преку визуални слики е ефективен начин на комуникација уште од почетокот на настанокот на човекот. Примери од историјата се пештерски цртежи, египетските хиероглифи, грчката геометрија итн.

Визуализацијата денес постојано се проширува во апликации од различни области, како што се науката, образованието, инженерството, медицина и др. Типично подрачје за визуализација е полето на компјутерската графика. Создавањето на компјутерската графика и анимација е најважен настан за развој во областа на визуализација.

Компјутерска графика уште од своите почетоци е користена за изучување и решавање на научни проблеми. Сепак, во раните денови поради недостаток на графичка моќ, научниците и истражувачите биле ограничени од големите бенифиции на овој пронајдок. Големiot акцент на визуализација започна во 1987 година со специјално издание на компјутерската графика за визуализација во научни пресметки.

Повеќето луѓе се запознаени со дигиталните анимации кои се прикажуваат на телевизиските програми кои се прават за да се претстават метеоролошките податоци во текот на временски извештаи.

Телевизијата исто така нуди и преглед на научни реконструкции и компјутерски подготвени и анимирани реклами кои служат за визуелно да претстават некој предмет или продукт. Некои од најпопуларните примери на

научна визуализација се компјутерските генерирани слики кои ги прикажуваат вселенските летала во акција во вселенската празнина подалеку од земјата, или пак на други планети. Динамичките форми на визуализација, како што се образовните форми на анимација и визуализација имаат потенцијал да го подобрат учењето на дадени системи кои се менуваат со текот на времето.

Апстрактната визуализации може да прикаже целосно концептуални конструкции во 2D или 3D простор.

Научната визуализација обично се прави со специјализиран софтвер. Некои од овие специјализирани програми се објавени како слободни софтвери кои се достапни бесплатно на корисниците и многу често водат потекло од универзитетите кои се бават со некоја дадена проблематика но исто така постојат многу софтверски пакети за кои предходно мора да се плати лиценцата за да може да се користи.

Визуализацијата на податоци е дисциплина која ги проучува принципите и методите за визуализација со крајна цел за добивање подобар визуелен увид во податоците.

Ова се рефлектира од една од најпознатите прифатени дефиниции за визуализација денеска:³

„Визуализација е процесот на трансформирање на информации, во визуелна форма, овозможувајќи им на корисниците да ја набљудуваат информацијата визуелно и на тој начин да ја разберат и согледат подобро“.

Едни од најважните предности на визуализацијата се следниве:

- ❖ Визуализацијата обезбедува способност да опфати големи количини на податоци и визуелно да ги претстави;

³ Marcus A. , Feng L. , Maletic J., (2007), "A Task Oriented View of Software Visualization", Kent State University , Ohio, USA, p.37

- ❖ Визуализацијата овозможува перцепција на појавни својства, кои не биле предвидени;
- ❖ Визуализацијата го олеснува разбирањето на карактеристичните податоци;
- ❖ Визуализацијата ја олеснува хипотезата на информацијата

Визуализацијата на податоци денес има претежно две главни области на проучување: научна визуализација и информативна визуализација. Иако не постои јасна поделба помеѓу овие две полиња на проучување, сепак постојат голем број на аспекти кои ги диференцираат во праксата. Во научната визуализација на податоци типично е земањето на влезните податоци од физичките податоци (на пример, земање на вредноста на температурата добиени од медицински уред за скенирање). Наспроти ова, во информативна визуализација на податоци влезот на вредностите и податоците е од апстрактна природа (на пример, текст на документи, графикони, бази на податоци или општо земени табели).

За повеќе од една деценија, научна визуализација во голема мера се користи во многу гранки научни области како што се: хемијата, физиката, математиката, медицината итн. Таа стана незаменлива состојка на научни и инженерски активности во овие области. Информативната визуализација е помлада дисциплина, која започна да се користи во различни полиња и активности, вклучувајќи ги финансиите, медицината, инженерството, статистиката итн. Софтверските инженери во областа на визуализацијата направија доста корисни алатки за дизајнирање и имплементирање на податоците од сите можни области.

Софтверската визуализација е многу добро решение за сложеноста и еволуцијата на предизвиците со кои секојдневно се среќаваат истражувачите и инженерите.

Најважните придобивки од користење на софтверската визуализација во инженерство се:

- ❖ намалување на трошоците;
- ❖ подобро разбирање;
- ❖ зголемување на продуктивноста;
- ❖ управување со сложеноста;
- ❖ помош во наоѓање на грешки;
- ❖ подобрување на квалитетот

7.3. Употреба на софтвери за симулација и визуализација на податоците за подобро инженерство

Големите и рапидни промени во последниве години во областа на компјутерите, комуникациските и интернет технологии, како што многумина го нарекоа овој период „дигиталната револуција“, ги промени традиционалните бариери на развој и размислување во повеќе сфери за развој на индустријата и општеството. Многу аспекти во областа на инженерството, како што се: истражување, проектирање, развој и производство, одеднаш станаа глобализирани.

Разните компјутерски техники и софтвери, како што се Computational Fluid Dynamics (CFD), Computer-Aided Design (CAD) и Finite Element Analysis (FEA) напреднаа толку многу што се трансформираа од научни алатки за симулирање на сложени физички феномени, во инженеринг алатки за анализа, дизајн и визуализација на податоци. Созревањето на компјутерските софтверски технологии, како што се симулација и

визуализација, им овозможија на инженерите нивна полесна имплементација во анализата и проектирање на процеси во практика.

Овие нови случувања станаа катализатори за создавање на нова област наречена *виртуелно инженерство*, која користи компјутер и различни софтвери од оваа област за анализа и донесување одлуки за развој и оценување на различните можности за дизајн во виртуелниот домен, без ангажирање на скапи експерименти. Оваа брза трансформација на индустријата во оваа област не остана незабележана во академските институции, особено во областа на инженерското образование.

Со цел да се одговори на зголемената побарувачка на инженери кои се добро обучени со компјутер и интернет-базирани алатки за решавање на проблемите, во наставните планови на универзитетите сè повеќе се вклучуваат нови предмети од информатичката технологија, како што се веб-базирани мултимедијални модули, обработка на виртуелени средини, софтвери за симулација, визуализација на физички феномени итн.

Целта на оваа тековна трансформација во универзитетите е:

- ❖ да се подобри квалитетот во наставата со иновативни наставни материјали;
- ❖ да им обезбеди на студентите изложеност на компјутер и интернет-базирани алатки за решавање на проблеми, со цел да се олесни нивната транзиција од академијата во индустрија.

Употребата на новите технологии во симулацијата и визуализацијата во областа на рударството е во голем подем. Комплексноста во работата во областа на рударството носи последици врз здравјето и безбедноста на рударските работници и инженери и поради ова мораше да се најде начин за нивно спречување. Со употребата на софтвери за симулација и визуализација за полесно претставување на можните проблеми кои можат

да настанат при работа им овозможува на рударските работници и инженери полесно увидување на проблемите и нивно можно избегнување. Во понатамошното излагање на овој магистерски труд ќе видиме практични примери од употребата на софтвери за разработка и имплементација на плановите за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација.

7.4. Софтверска визуализација

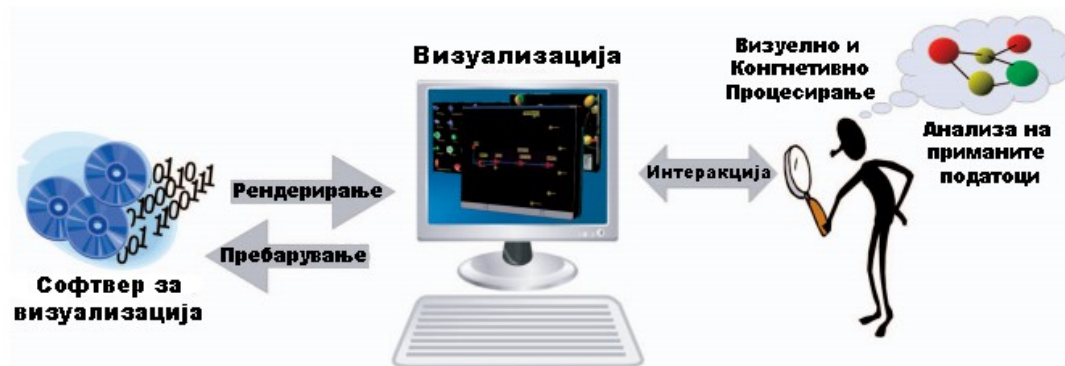
Суштината на софтверската визуализација се состои од креирање на визуелни објекти за подобра презентација на дадениот предмет или проблем на истражување. Визуелните предмети кои се генерираат од софтверите за визуализација може да претставуваат, на пример, системи или компоненти на даден објект. Како резултат на визуализацијата инженерите или истражувачите на дадената област можат да добијат подобра почетна перцепција за тоа како е структуриран дадениот проблем или предмет на истражување.

Ефективните графички прикази можат да обезбедат поблизок ментален пристап до моделот на корисниците отколку моделите преставени со помош на текстуални репрезентации. Всушност, човечкиот визуелен систем претставува масивен паралелен процесор кој обезбедува највисок пропусен опсег на перцепција во човечките когнитивни центри.

Софтверската визуализација во 2D просторот е опширно изучува област и нуди безброј софтверски решенија и програми за сите индустриско - инженерски области. Со развитокот на технологијата и на хардверските аванси, многу апликации и софтвери во денешно време ни нудат 3D графички способности. Вклучувањето на естетски привлечните елементи, како што се 3D графиката и анимација, не само што ја зголемува привлечноста на дизајнот на визуализација, но исто така ја олеснува и перцепција на човечкиот визуелен систем. Иако постои дебата за 2D визуализацијата наспроти 3D визуализацијата сепак, употребата на 3D софтверите за визуализација имаат поголем потенцијал за помош во

процесот на развојот на дадениот проблем. Визуелните графички прикази можат да ги прикажат сложените идеи со јасност, прецизност и ефикасност.

На пример, како резултат на визуализацијата, научниците го промениле начинот на размислување, бидејќи тие сега велат дека не може да се направи научно истражување без процесот на визуализација. Визуализација е моќна алатка што може да им помогне на корисниците да ги извршуваат различните видови на когнитивните процеси.



Слика 7. Процес на визуализација
Figure 7. Process of visualization

Во зависност од целите на софтверот за визуализација и од типот на корисници од кој ќе се употребува овој систем, треба да се направи структура за најдобро да се пренесат информациите на корисникот. Покрај ова, се дефинирани два критериума за оценка на структурата на податоци за визуелна метафора, а тоа се:

- експресивност и
- ефективност.

Експресивност се однесува на способноста на метафората за визуелно да се претставуваат сите информации што сакаме да ги

визуализираме. На пример, ако бројот на визуелни параметри на располагање во системот за прикажување на информации е помал од бројот на податоци што сакаме да ги визуализираме, тогаш генерираниот визуелен систем не ќе може да го задоволат критериумот на експресивност.

Ефективноста се однесува на ефикасноста на метафора како средство за претставување на информациите. Ефикасноста имплицира категоризација на визуелните параметри според своите способности на кодирање на различни видови на информации.

Од клучно значење во процесот на софтверската визуализација е точно да се утврди кои информации треба да се визуализираат, но исто така треба да се дефинира и ефикасното пренесување на информациите до корисникот. Дизајнот на софтверската визуализација мора да реши голем број на различни прашања, како на пример, кои информации треба да бидат презентирани, како тоа треба да се направи, кое ниво на апстракција се поддржува итн.

Многу различни репрезентации на визуализација се можни, како, на пример, репрезентации врз основа на апстрактни облици, како што се графикони, геометриски облици, објекти од реалниот свет, општествени интеракции, претставување на рудни тела итн. Иако процесот на визуализација создава импресивни графички слики од темата на истражување, сепак секој дизајн треба да се тестира за да се утврди дека е корисен и разбирлив за луѓето за кои е направен и дали тоа ќе влијае врз подобрување на работниот процес.

Во денешно време трендот кон сè почестото визуализирање на информациите, податоците и проблемите кои се на мета на истражување оди кон се почеста и нагорна линија. Постојат многу нови софтверски можности и техники на визуализација кои го подобруваат претставувањето на информациите врз основа на реални или апстрактни визуелни методи за подобрување на сложените репрезентации на информациите.

Софтверската визуализација буквално значи по графички пат со употреба на соодветни софтвери за визуализација да ја претстават информацијата кои ја обработуваат.

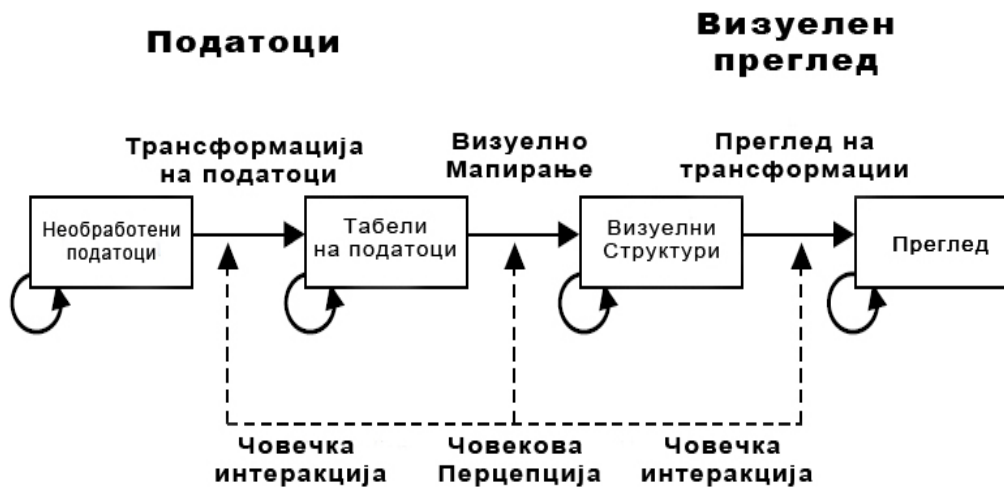
Успешно изработената софтверската (или компјутерска) визуализација му помага на корисникот на истата да го минимизира времето потребно за да се сфати дадениот процес и воедно таа информација подолго да остане забележана во него.

Една од многуте дефиниции за софтверската визуализација е следнава:⁴

„Софтверската визуализација е употребата на можностите и техниките од топографијата, графичкиот дизајн, анимацијата, кинематографијата со модерната интеракција помеѓу човек-компјутер и компјутерска графичка технологија за да се олесни човековата перцепција за моделот кој му се презентира и ефикасното користење на компјутерски софтвер“.

На слика 8 е претставен референтниот модел на визуализацијата. Со овој референтен модел се поставуваат темелите на формалната софтверска визуализација со поопшто истражување на информациската визуализација.

⁴ Bogacki S. (2005), "Computer visualization in accident prevention in industry", Geometry and Engineering Graphics Centre, The Silesian University of Technology in Gliwice p. 25



Слика 8. Референтен модел за визуализација. Визуализација може да се опише како мапирање на податоци во визуелна форма што ја поддржува човечка интеракција за правење чувство на визуелност
Figure 8. Reference model for visualization. Visualization can be described as mapping data in visual form that supports human interaction to make sense of visual

На слика 8 е прикажан протокот на податоци кој оди преку серија на трансформации што човекот може да ги приспособи за попристапен краен модел за прикажување на информацијата. Првата трансформација во сликата 8 ги претвора неообработените податоци во поупотребливи табели на податоци. Првичните неообработени податоци обично во некој домен се премногу специфични, па во најчести случаи е премногу тешко или невозможно да се работи со нив. По обработката на неообработените податоци во поупотребливи табели на податоци следен чекор е визуелна трансформација (мапирање) на податоците во визуелни структури (графички елементи). Последниот чекор на прегледот на добиените трансформации генерира поглед на визуелни структури од специфичните предходни (првични) параметри.

Јадрото на референтниот модел за визуализација е мапирање на податоците во визуелна структура. Податоците се базирани на математички односи каде што визуелните структури се врз основа на својствата кои се графички обработени од страна на човековото сетило за визија.

Со цел да се постигне основната цел за изработка на софтверската визуализација ќе дефинираме пет димензии на софтверска визуализација. Овие димензии ги одразуваат прашањата: зошто, кој, што, каде и како е потребна софтверската визуализација. Овие димензии се следниве:

- ❖ Задача на визуализација - зошто визуализацијата е потребна?
- ❖ Публиката на визуализација - кој ќе ја користи визуализацијата?
- ❖ Таргет на визуализација - кои извори на податоци ќе се претставуваат?
- ❖ Презентација на визуализација - како да се претстави визуализацијата?
- ❖ Медиум - каде да се прикажува визуализација?

Задачата на визуализацијата го дефинира делот зошто визуализацијата е потребна. Во оваа задача ја дефинира потребата дали и колку е потребна визуализацијата за дадениот модел или систем на визуализација и колкава и каква улога ќе има врз крајната перцепција на нејзиниот корисник.

Врз основа на зададената задача, софтверската визуализација може да биде насочена кон различни видови на корисници. Публиката (или корисниците) на софтверската визуализација ги дефинира атрибутите на корисниците на системот на визуализација. На пример, ако примарна задача за изработка на софтверска визуализација е одбрана и спасување

при итен случај во рудниците за подземна експлоатација, тогаш публика (или корисници) на софтверската визуализација ќе бидат рударските работници кои работат во дадениот рудник.

Таргетот на визуализација ги дефинира кои делови од податоците ќе се визуализираат и претстават на публиката. Наједноставните системи за визуализација имаат за цел ги претстават изворните податоци во повеќе читлив и полесно разберлив формат за корисникот.

Во зависност од целите и таргетот на системот на софтверската визуализација и од типот на корисници за кој се изработува дадената визуализација, треба да се дефинира начинот на кој најдобро ќе се презентира целната информација до корисникот. Оваа димензија го дефинира начинот на кој визуализација е изградена врз основа на достапните информации.

Презентација на визуализација се пројавува како визуалена структура во референтниот модел. Со овој систем се дефинира најдобриот начин за презентација на изработената визуализација во зависност од целната група на кои се презентира дадениот модел на визуализацијата.

Медиумот е местото од каде што визуализацијата се презентира до својата целна група. Генерално најчесто користени медиуми од страна на системите на софтверската визуализација се колор монитори, проектори и други технологии кои се способни за прикажување на виртуелна реалност.

Секој од медиумите за презентација имаат различни карактеристики како последица од визуализацијата кои треба да прикажуваат. На пример, хартија и мали монитори се добро приспособени за мал обем и мали статични претстави на визуализација претставена графички во слики, додека за виртуелни околинис за кои е потребна реална експанзива за преглед на големи и реални објекти и движења потребни се соодветни медиуми, како што се колор монитори произведени по последните стандарди за времето во кое се емитува визуализацијата.

7.5. Интерактивна визуализација

Интерактивната визуализација е гранка на графичката визуализација во компјутерската наука која ја проучува областа како влијае интеракција со компјутерите за создавање графички илустрации врз луѓето и како тој процес може да се направи поефикасен.

Еден посебен вид на интерактивна визуализација е виртуелна реалност, каде што визуелното претставување на информациите е претставено со користење на надворешен дисплеј, како што е телевизиски уред или стерео проектор. Виртуелната реалност исто така се карактеризира со користење и на просторните димензии, каде што некоја од информациите е претставена во три димензии, така што луѓето можат да ја истражуваат претставената информација како да се присутни на некој начин внатре на местото во зависност од она што се прикажува како информација или како решение на даден проблем.

Друг вид на интерактивна визуализација е колаборативната визуализација, во која повеќе луѓе ја следат истата компјутерска визуализација и подоцна заедно ги пренесуваат своите идеи за можно подобрување на моделот, информацијата или проблемот кој е визуализиран. Често колаборативната визуализација се користи кога луѓето се физички одвоени. Со употреба на неколку мрежни компјутери, визуализацијата на истиот модел може да биде претставена на секое лице истовремено најчесто преку видеоконференции.

Со помош на интерактивната визуализација особено со делот на виртуелна реалност луѓето можат да:

- ❖ да изберат некој дел од постоечкото визуелно претставување;
- ❖ да го прегледат моделот од повеќе страни;
- ❖ да воочат неправилности и можни грешки во моделот;

- ❖ да спречат несакани последици итн.;
- ❖ да се намалат трошоците;
- ❖ подобро разбирање;
- ❖ зголемување на продуктивноста;
- ❖ управување со сложени состојби;

8. ПРИМЕНА И МОЖНОСТИ НА СОФТВЕРИТЕ ЗА ВИЗУАЛИЗИЦИЈА ЗА ПОДОБРУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСТА ВО РУДАРСТВОТО

Изработката на софтверска визуализација во областа на рударството може да има безброј функции во зависност од сферата во која се изработува.

Рударската индустрија отсекогаш се залагала за намалување на вонредните и кризни состојби. За поефикасно остварување на оваа цел неопходен е претходен тренинг на сите вработени за справување во дадени кризни и вонредни состојби. Најефективен метод за обука и тренинг на вработените во овој сектор се покажа методот на компјутерска симулација и визуализација на дадените проблеми за подобро разбирање на истите од страна на вработените.

Примената на софтверите за симулација бара искуство за да се постигнат реални резултати. Повеќето рудници низ светот веќе користат софтвери за визуализација и тоа за следниве намени:

- ❖ Зголемување на свесноста за ризиците и информираноста на вработените по пат на изработка и соодветна дистрибуција на:
 - постери и
 - флаери/брошури

- ❖ Обука на вработените низ:
 - визуализација на упатствата за работа/постапување со опремата;
 - визуализација на упатствата за изведување на работните операции;
 - визуализација на настани/состојби кои довеле до несакани последици;

- ❖ Визуализација на постапките од плановите за одбрана и спасување;

- ❖ Визуализација на реакциите во итни случаи итн.

Примарната цел на овој магистерски труд е да се прикажат корисните страни од употребата на симулациски софтвер за да зголеми свесноста за ризикот, познавањето на работните процедури и разбирањето на плановите за одбрана и спасување во рудниците.

Со тоа во крајна линија би се обезбедила поефикасна имплементација на сите мерки на безбедност од страна на сите вработени во дадениот рудник.

Токму со помош на визуализацијата на упатствата и постапките се постигнува доволно ниво на интеграција на перцептивни методи за пренос на информациите. Тоа пак овозможува ефективно совладување на вештини на однесување и делување, пренесени преку формалното образование, тренинзи, обуки и други облици на континуирано усовршување и едукација.

Сувопарните технички упатства чија употреба е законски наложена, не можат да иницираат промени во однесувањето на индивидуата, поради што е неопходно вклучување на повеќе психолошки процеси како што се перцепциите (спознавање на новите информации во целост), заклучување (каде можам да ги употребам), увидување (сличност со претходно познати ситуации или вештини), мотивација (зошто ми се потребни овие информации) и сл.

Практично, интегративниот перцептивен пристап на учење овозможува да се постигне потребното ниво на информираност на работниците низ креирање на современ пристап на учење.

Перцептивно интегративен пристап на пренос на нови информации најдобро се објаснува преку т.н. круг на учење.



Слика 9. Круг на учење
Figure 9. Circle of Learning

Кругот на учење продолжува со продлабочување на знаењата за темата од интерес. Најдноставно за дадената група на слушатели, (активните рудари) е да се искористи визуелениот стил на учење со примена на слики, графикони, шаблони, дијаграми и сл.

На овој начин процесот на учење драстично се олеснува а околината се претвора во еден вид модерна „училница“ која ги следи целните групи (рудари) насекаде, така што тие полесно „гледаат“ и ги восприемаат новите сознанија.

На овој начин се овозможува активно учење каде знаењето се гради, применува и се засилува, и тоа не се однесува само на содржината која се учи, туку и на начинот на кој се проширува личното знаење.

Добро изработена визуализација на упатствата за работа на некоја специфична машина или одредени работни операции, може да има огромно влијание за подобро разбирање на презентираниот специфичен проблем на работниците.

Исто така добро изработена визуализација на реконструкција на некоја несреќа која се случила во рударството или пак реконструкција на несреќа по дадено сценарио, може да има клучна позитивна улога врз работниците ако тие хипотетички некогаш се најдат во таква или слична ситуација.



Слика 10. Визуелно прикажување на зарушување во подземните рударски простории

Figure 10. Visual display in the underground mining of a given disaster



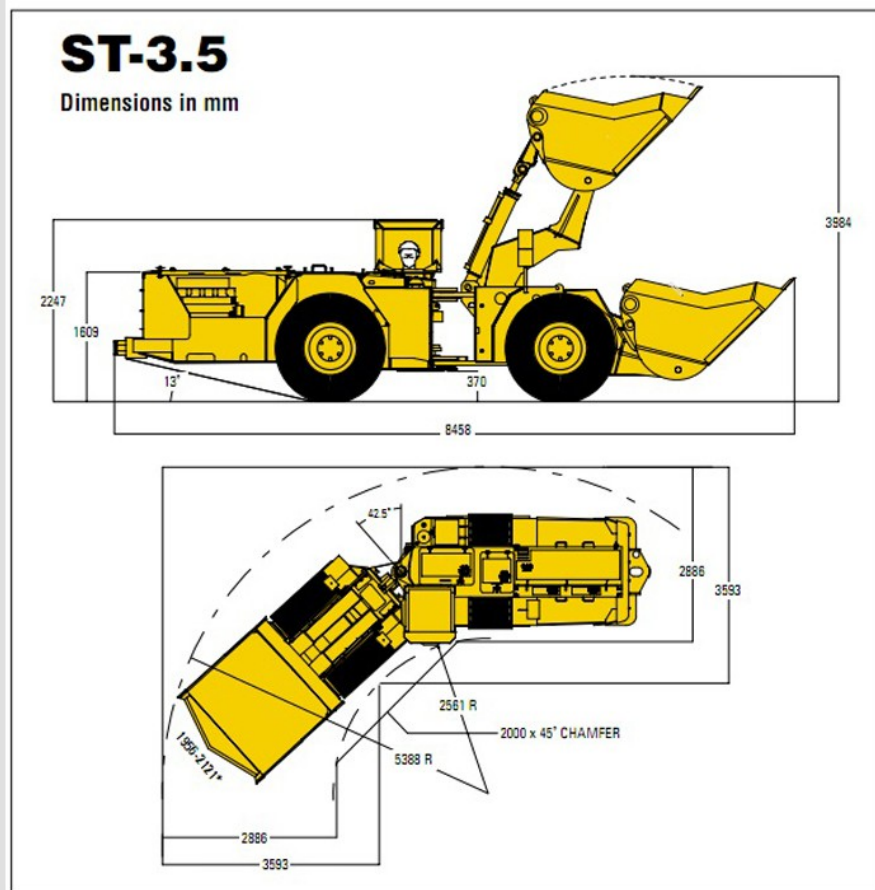
Слика 11. Визуелно прикажување на пожар (експлозии) во подземните рударски простории

Figure 11. Visual display of fire (explosion) in underground mining

8.1 Моделирање, генерирање и создавање на 3D визуализација

Комплексноста за изработка на самата визуализација зависи од сцената и објектите кои се зафатени од проблематиката која треба да се визуализира. На пример, при визуализација на дадена катастрофа во рудник за подземна експлоатација, сцената која треба да се претстави може да има една или повеќе машини кои исто така треба да се претстават, а воедно се премногу комплексни за да се моделираат, па затоа во вакви случаи не се обрнува премногу внимание при моделирањето на ваквите машини, туку се оди на нивно приближно моделирање во однос на нивниот реален изглед.

**а) Техничка скица на моделот
Atlas Copco ST- 3.5**



**б) 3D репрезентација на моделот
Atlas Copco ST- 3.5**

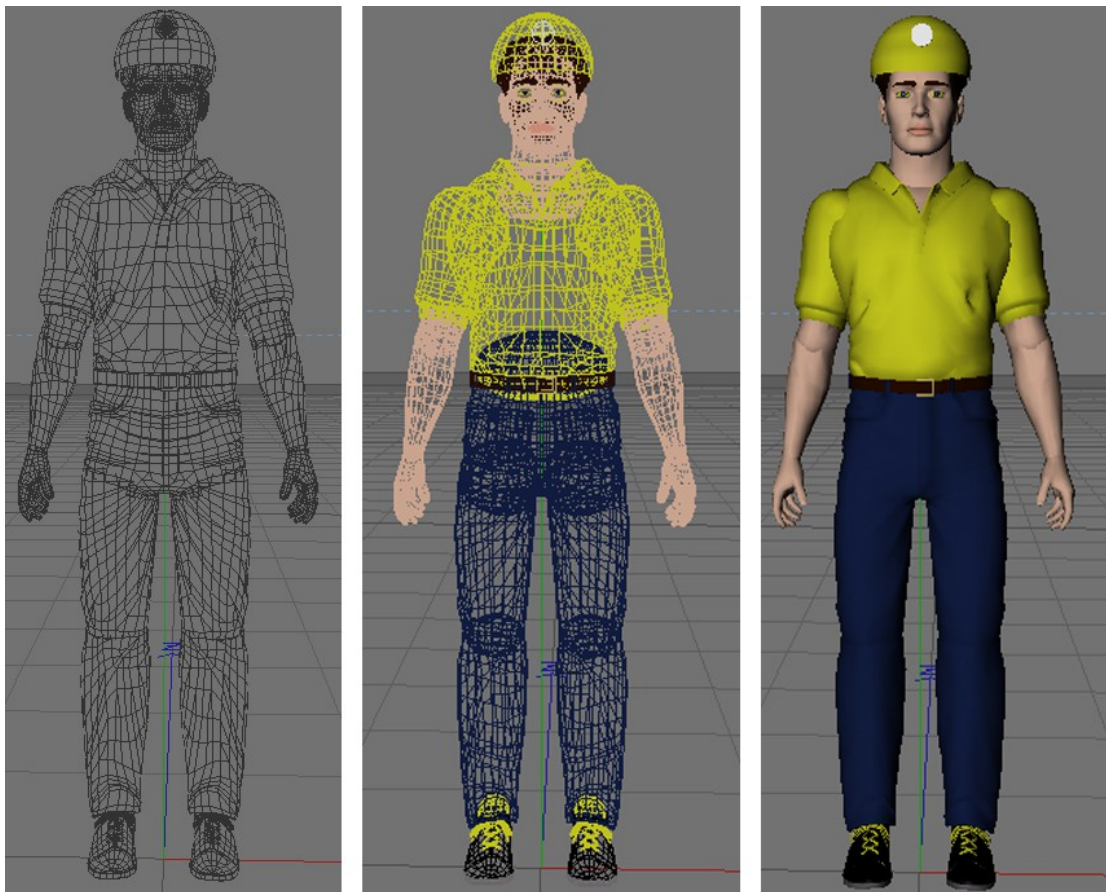


Слика 12. Приближно 3D моделирање на Atlas Copco ST-3.5

Figure 12. Approximate 3D modeling of Atlas Copco ST-3.5

За целите на задоволителна визуализација е потребно и моделирање и анимација на човечки фигури кои играат многу важен сегмент во визуализацијата, но истовремено предизвикуваат и најмногу проблеми во изработувањето на анимацијата.

Сепак, според целите на визуализацијата моделирањето на човечките фигури не мора да биде извршено со голем реализам, како и нивното реално движење низ сцената. Некои обични поедноставувања во самото моделирање и анимација нема да предизвикаат пречки во финалната перцепција на публиката за која е наменета софтверската визуализација.



Слика 13. Приближно моделирање на 3D рударски работник

Figure 13. Approximately 3D modeling of mining worker

За да биде финализирана сцената која треба да преставува 3D репрезентација на некоја околина, во овој случај на рудник за подземна експлоатација се моделираат делови од рудникот а во некои случаи и целиот рудник во зависност од тоа што треба да се претстави на публиката на самата визуализација. Исто така и оваа репрезентација на самата околина и атмосфера во рудникот може да бидат моделирани и визуализирани со приближни сличности на реалниот рудник.



Слика 14. Приближно моделирање на 3D рударска средина
Figure 14. Approximately 3D modeling of mining environment

Откако ќе бидат моделирани и визуализирани сите потребни делови за потребната сцена која сакаме да ја претставиме и за која сакаме да ја изработиме потребната визуализација, нареден чекор е склоп на моделираните објекти во една целина која веќе добива визуелна форма и веќе е логички препознатлива за публиката на која ќе се претстави изработената визуализација.



Слика 15. Склоп на 3D моделираните објекти во една целина
Figure 15. Assembly of 3D objects in one scene

Искористувањето на склопот од моделираните објекти понатаму зависи од тоа што всушност сакаме да претставиме со нив, дали тоа ќе биде изработка на анимација, постери или пак флаери. Секој од овие видови на визуализација има свое место во процесот на визуалната перцепција врз публиката на која ќе бидат претставени.

Изработката на анимацијата т.е. кратко или долгометражно видео во зависност од проблемот кој сакаме да го претставиме има значајна улога во претставувањето на даден проблем кој сакаме да го претставиме (во овој случај на работниците во рудник за подземна експлоатација) на оние кои се изложени на проблемот. Визуелното претставување со анимација т.е. видео е најдобриот начин за презентирање на дадениот проблем и исто така и најдобар начин за разбирање на истиот од поширокиот спектар на луѓе врз кои се презентира дадениот проблем. Изработената визуализирана анимација се презентира во претходно подготвени простории со потребните технички апарати (телевизори, DVD уреди, проектори, компјутери итн) и истата се презентира на работниците пред да отидат на работните места.

За да се зголеми перцепцијата на вработените за даден проблем кој сакаме да и го претставиме и за да бидеме сигурни дека тоа го правиме успешно, процесот на визуализација на дадениот проблем освен со анимација го прошируваме со изработка на постери и флаери.

8.2. Техники на презентацијата на 3D софтверската визуализација

Со порастот на дигиталната фотографија и видеопрезентациите, многу софтверски програми кои можат да ги прикажат овие формати веќе нудат и вклучуваат функции и за нивно презентирање и прикажување во различни слајд шоу формати. Многу нови модерни програми веќе овозможуваат групи на дигитални фотографии и анимации да бидат прикажани во слајд шоу презентации и нудат многу опции за нивно едитирање за подобар и поразбирлив визуелен исказ. Одредени методи на презентација вклучуваат и интеграција на софтверскиот програм за презентација со хардверски елемент, како што е ТВ-проектор или ТВ-уред со цел за полесно и подобро презентирање врз поголем број на публика.

Во последниве неколку години се направени повеќе истражувања за да се одреди најдобриот метод за презентација на софтверската визуализација на плановите за одбрана и спасување при итен случај во рудниците за подземна експлоатација. Изборот на најдобриот метод на презентација на изработената визуализација ќе варира од зависност на карактерот на самиот рудник. Едни од факторите кои се земаат предвид при изборот на методот и начинот на презентација на плановите за одбрана и спасување при итен случај во рудниците се следните:

- ❖ Бројот на рударски работници врз кои ќе се прикажува софтверската визуализација.
- ❖ На колку време ќе се прикажува софтверската визуализација?

- ❖ Дали има услови за презентација на софтверската визуализација за време на транспортот на рударските работници до своите работни места (во автобуси, комбиња итн)? Презентацијата за време на транспортот (во автобуси и комбиња) на работниците се врши со инсталирање на ТВ - уред поврзан со ДВД - уред внатре во самите транспортни сретства и за време на пренесувањето на рударските работници до своите работни места им се презентира изработената визуализација. Главен фактор при изборот на оваа метода на презентација е времетраењето на софтверската визуализација споредено со времетраењето на патувањето до работното место.
- ❖ Дали има услови за инсталирање на хардверски медиуми за прикажување на софтверската визуализација во салите за ручек, соблекувалните и ходниците во управните згради на рудникот? Главен фактор при изборот на оваа метода на презентација е бројот на рударски работници врз кои ќе се прикажува софтверската визуализација и изгледот на салата т.е. дали е можно инсталирање на хардверски медиуми како што се ТВ- уреди, ТВ- проектори, ДВД- уреди. Изборот на хардверските медиуми за презентација пред се зависи од местото каде што треба да се инсталираат и од бројот на публика што ќе ја следи презентацијата.

Со секојдневниот развој во областа на технологијата, паралелно се зголемува и развојот на напредокот во медиумите за презентација. Денес на пазарот имаме многу компании кои нудат продукти од областа на медиумската поддршка, како што се: ТВ - уреди, ТВ - проектори, ДВД - уреди, кои според цената нудат и различни видови на квалитет на самата слика, боја и звук кои подоцна ќе влијаат врз квалитетот на презентацијата. Трошоците кои настануваат во изборот на технологијата за презентирање зависат од рудникот, односно на колку места ќе треба да се инсталира

ваквата технологија во рудникот за да има непречена и успешна презентација до сите вработени.

8.3. Изработка на флаери и брошури

Првиот чекор кон креирање на модерни услови за учење и зголемување на перцепцијата на вработените за можните проблеми и ризици е изработка на постери и флаери.

Флаерите мора да бидат јасни, прирачни и лесни за разбирање и користење. Вообичаено тие ги даваат основните објаснувања за дадени работни опреации, безбедно користење на опрема и сл. Препорачливо при изработката на флаерите е содржината на текст да биде минимална, а сликите што пореалистични, јасни и недвосмислени.

Понекогаш флаерите може да содржат интересни информации или општи написи кои ја подигаат свесноста за ризиците, начините на заштита, примена на мерките на заштита, објаснувања на случени несреќи и сл.

Изработката на флаерите ја правиме во помал формат од причина за да можат вработените да ги понесат со себе и во секој момент да можат да се информираат за дадена функција или постапка. Во продолжение е елаборирана изработката и прикажани се двете групи најчести флаери кои се користат во рударската индустрија.

8.3.1. Изработка на флаери со упатства за работни опреации

Главна цел за изработката на ваков вид на визуализација е подобра перцепција на вработените за безбедноста при работа со дадената метода.

Исто така, флаерите треба да имаат и идеална големина така што секој работник може да ги понесе со нив и по пат на визуелни слики без многу текст да може да се потсети на дадената метода на работа ако тоа е потребно.



Слика 16. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за осигурување на работилиштата во јама со рачно кавање во рудник за подземна експлоатација (сценарио 1)

Figure 16. Making a 3D visual image for making flyer (scenario 1)



Слика 17. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за осигурување на работилиштата во јама со рачно кавање во рудник за подземна експлоатација (сценарио 2)

Figure 17. Making a 3D visual image for making flyer (scenario 2)

ОСИГУРУВАЊЕ НА РАБОТИЛИШТАТА ВО ЈАМА СО РАЧНО КАВАЊЕ



Секое работно место во јама и пристапот до работното место секогаш во секоја смена мора да биде безбедно и сигурно за работа независно која операција се изведува.

Осигурувањето – рачното каванје се врши со кавалица која претставува метален лост заштитен од едната страна, а од другата изведена во вид на закривено длето.

Каванје (осигурување) на работилиштата, а тоа значи сите лабави блокови, карпест или руден материјал од кровот, боковите на самото чело и откопите се соборуваат.

Осигурувањето - каванјето на работилиштето го врши рудар оспособен за таа работа.

Со осигурувањето - каванјето се започнува од осигурениот-безбеден дел на работилиштето.

Работникот секогаш мора да стои под сигурен кров на работилиштето. Патосот на просторијата каде што стои работникот треба да биде стабилен, а работникот со нозете попуштени.

Секогаш при рачното каванје со кавалица работникот мора да внимава лабавиот блок да не клизне по самата кавалица или да не падне врз работникот при што може да дојде до ненадејна повреда.

Откако се соборат лабавите блокови со удирање во кровот или боковите со кавалицата се проверува стабилноста на објектот и по самиот звук се отценува дали е задоволително извршеното осигурување со каванје.



**БЕЗБЕДНОСТА
ПРЕД СЕ...**

Слика 18. Изработка на флаер за осигурување на работилиштата во јама со рачно каванје во рудник за подземна експлоатација

Figure 19. Making final flyer

8.3.2. Изработка на флаери за општи правила на безбедност

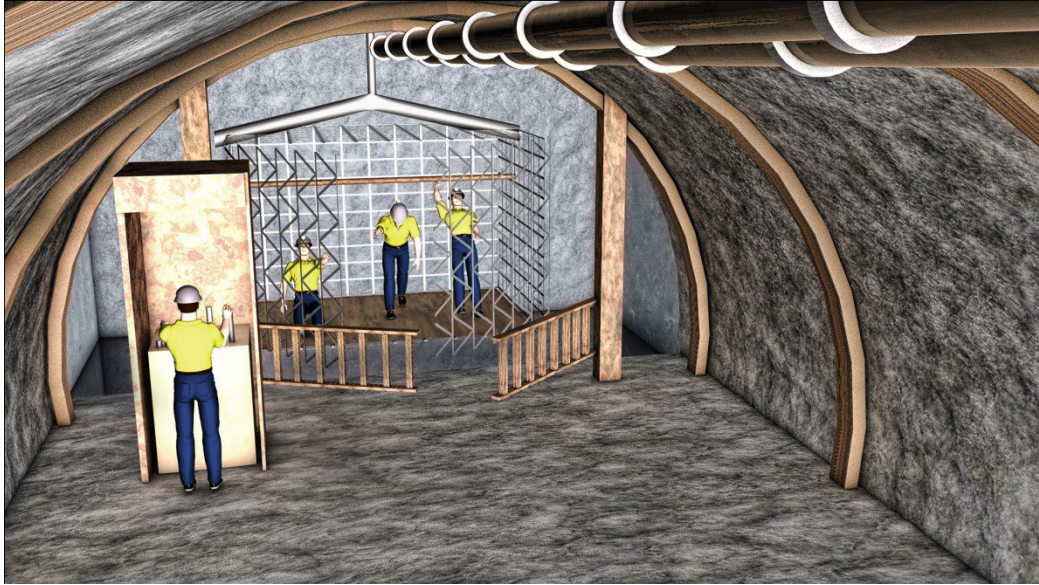
Овие флаери вообичено ги разработуваат општите процедури за безбедност, како што се превоз на луѓе и материјали, движење низ јамските простории и сл.

На овој начин вработените може лесно да се информираат и потсетат на основните безбедносни правила.



Слика 19. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за превоз на вработените со извозно окно (сценарио 1)

Figure 19. Making a 3D visual image for making a flyer for transport employees with export shaft (scenario 1)



Слика 20. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за превоз на вработените со извозно окно (сценарио 2)

Figure 20. Making a 3D visual image for making a flyer for transport employees with export shaft (scenario 2)

ПРЕВОЗ НА ВРАБОТЕНИТЕ СО ИЗВОЗНО ОКНО



Превозот на вработените низ извозните окна се врши според посебно упатство за превоз на луѓе и материјали низ окната.

За редот и дисциплината при превозот на вработените во јама одговорни се сменските надзорници и сигналистите задолжени за превоз на работниците.

При редовниот превоз на луѓе со скип-кошот, влегувањето и излегувањето од кошот треба да биде без туркање.

Редовен превоз на луѓе се врши во почетокот и на крајот на работата на редовната смена.

Влегувањето во кошот не може да отпочне додека не го одобри тоа сигналистот и по запирање на кошот на нивото на навозиштето и спуштањето на влезната платформа према кошот.

По влегувањето на луѓето во кошот, сигналистот мора да го извести ракувачот на извозната постројка со давање на потребните сигнали за превозот

Во кошот луѓето мораат да стојат мирно со нешто полштени колена и да се придржуваат за горната пречка.

Давање сигнали и други одговорни работи на одвозиштето и на извозиштата во врска со превозот на луѓе и материјал, можат да вршат само за тоа одредени сигналисти.

При превозот на луѓе, сигналистите мораат особено да внимаваат на одржувањето на пропишаниот ред ред при влегувањето и излегувањето на луѓето во кошот, да ја затвораат вратата, односно браната кон окното, да даваат соодветни сигнали за превоз и др.



**БЕЗБЕДНОСТА
ПРЕД СЕ...**

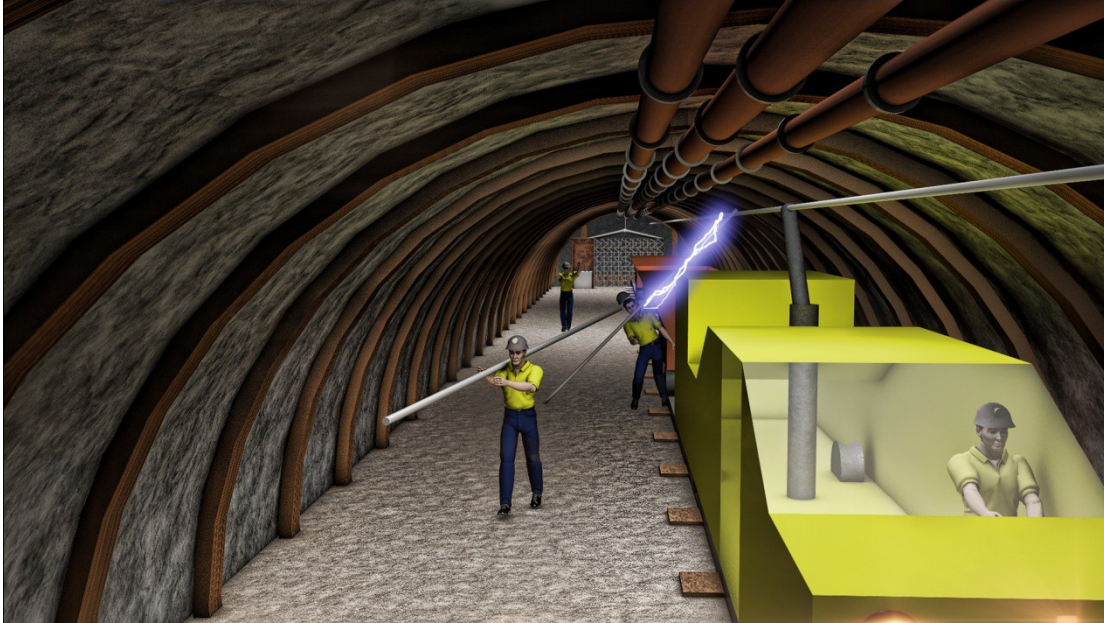
Слика 21. Изработка на флаер за превоз на вработените со извозно
ОКНО

Figure 21. Making a flyer for Transportation of employees with export shaft



Слика 22. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при движење на вработените во јамски транспортни простории (сценарио 1)

Figure 22. Making a 3D visual image for making a flyer for security measures during the movement of employees in the pit transport facilities (scenario 1)



Слика 23. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при движење на вработените во јамски транспортни простории (сценарио 2)

Figure 23. Making a 3D visual image for making a flyer for security measures during the movement of employees in the pit transport facilities (scenario 2)

БЕЗБЕДНОСНИ МЕРКИ ПРИ ДВИЖЕЊЕ НА ВРАБОТЕНИТЕ ВО ЈАМСКИ ТРАНСПОРТНИ ПРОСТОРИИ



Јамските простории каде се врши транспорт на руда и јаловина мора да бидат означени со „Забрането минување“ додека се врши транспорт на руда и јаловина.

На транспортните ходници на кои транспортот се врши со тролна локомотива мора долж транспортниот ходник да има поставено светлосна сигнализација за предупредување дека тролниот вод е под напон.

Во случај да работник се најде на транспортен ходник потребно е да се придржува на следните мерки за безбедност при движење:

- При движењето по колосекот да се внимава на тролната жица која е под напон на еднонасочна струја и која мора да биде на најмала висина од 2,2 метри од горната ивица на шината.

- При движење по колосекот работниците не смеат да носат на рамо железни и дрвени предмети и друг вид на алат за да не ја допрат тролната жица која е под напон.

Работникот или работниците во колку забележат наидување на воз во нивниот правец на движење должни се да се засолнат на пошироката страна од колосекот и со мавтање со светилката горе доле нормално на колосекот да го известат возачот на возот за нивното присуство за да го запре движењето на возот, а по запирањето на возот работниците внимателно поминуваат покрај вагоните и го продолжуваат движењето кон своето одредиште.

Забрането е движење по колосекот кога се забележува да наидува полн или празен воз.

Да се внимава на одењето покрај сопсениот воз за да не би клизнал работникот и се повреди.

Да се внимава на заштитното одело и истото да биде закопчано како не би се фатил со делот од облеката за издадените делови од вагоните.



**БЕЗБЕДНОСТА
ПРЕД СЕ...**

Слика 24. Изработка на флаер за безбедносни мерки при движење на вработените во јамски транспортни простории

Figure 24. Making a flyer for Security measures during the movement of employees in the pit transport



Слика 25. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозиви (сцена 1 - Експлозивните средства можат да се превезуваат само во затворена оригинална амбалажа)

Figure 25. Making a 3D visual image of making a flyer for security measures during transport explosives (scene 1 - Explosives funds can only be transported in sealed original packaging)



Слика 26. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозиви (сцена 2 - Експлозивите мора да се превезуваат одвоено од иницијалните експлозивни средства и во време кога во јамата има најмалку луѓе и кога по транспортните патишта во јама не се врши друг транспорт)

Figure 26. Making a 3D visual image of making a flyer for security measures during transport explosives (scene 2 - Explosives must be transported separately from the initial explosive devices in time when in the pit has few people and when on transport pathways is not performing another transport)



Слика 27. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозиви (сцена 3 - Во никој случај не е дозволено оставање на експлозивот без надзор)

Figure 27. Making a 3D visual image of making a flyer for security measures during transport explosives (scene 3 - In no case allowed to leave explosives unattended)



Слика 28. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозивни (сцена 4 - При превозот и манипулацијата на експлозивот не смее да се пуши, да се користи отворен пламен и алати кои можат да создаваат искри)

Figure 28. Making a 3D visual image of making a flyer for security measures during transport explosives (scene 4 - In the transport and manipulation of explosives is not is not allowed to smoke, use open flame and tools that can make a spark;)



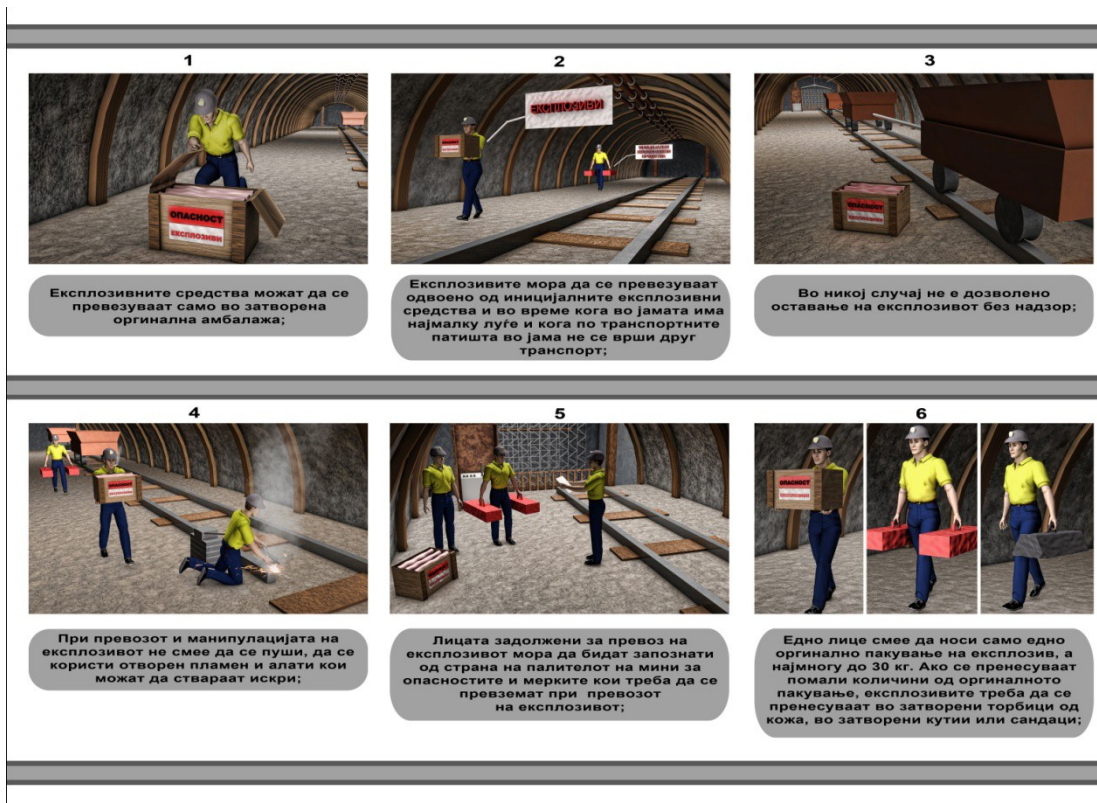
Слика 29. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозиви (сцена 5 - Лицата задолжени за превоз на експлозивот мора да бидат запознати од страна на палителот на мини за опасностите и мерките кои треба да се преземат при превозот на експлозивот)

Figure 29. Making a 3D visual image of making a flyer for security measures during transport explosives (scene 5 - Persons responsible for transporting explosives must be introduced by expert for the dangers of mines and the measures to be taken during the transport of explosives)



Слика 30. Изработка на 3D визуелна слика за изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозиви (сцена 6 - Едно лице смее да носи само едно оригинално пакување на експлозив, а најмногу до 30 кг. Ако се пренесуваат помали количини од оригиналното пакување, експлозивите треба да се пренесуваат во затворени торбици од кожа, во затворени кутии или сандаци)

Figure 30. Making a 3D visual image of making a flyer for security measures during transport explosives (scene 6 - A person may carry only one originally packing explosives, up to 30 kg. If smaller amounts are transferred from original packing, explosives must be transported in sealed bags of leather, closed boxes or crates)



Слика 31. Изработка на флаер за безбедносни мерки при транспорт на експлозиви

Figure 31. Making a flyer for Security measures in the transportation of explosives

8.4. Изработка на постери

Постерите се основа на секоја информативна и промотивна кампања. Вообичаено постерите се разместуваат на стратешки локации низ целата околина низ која се движат, престојуваат и работат рударите. Основна цел на постерите е вработените постојано да бидат информирани за можните ризици, така што пораките кои тие ги содржат треба да бидат јасни и атрактивни.

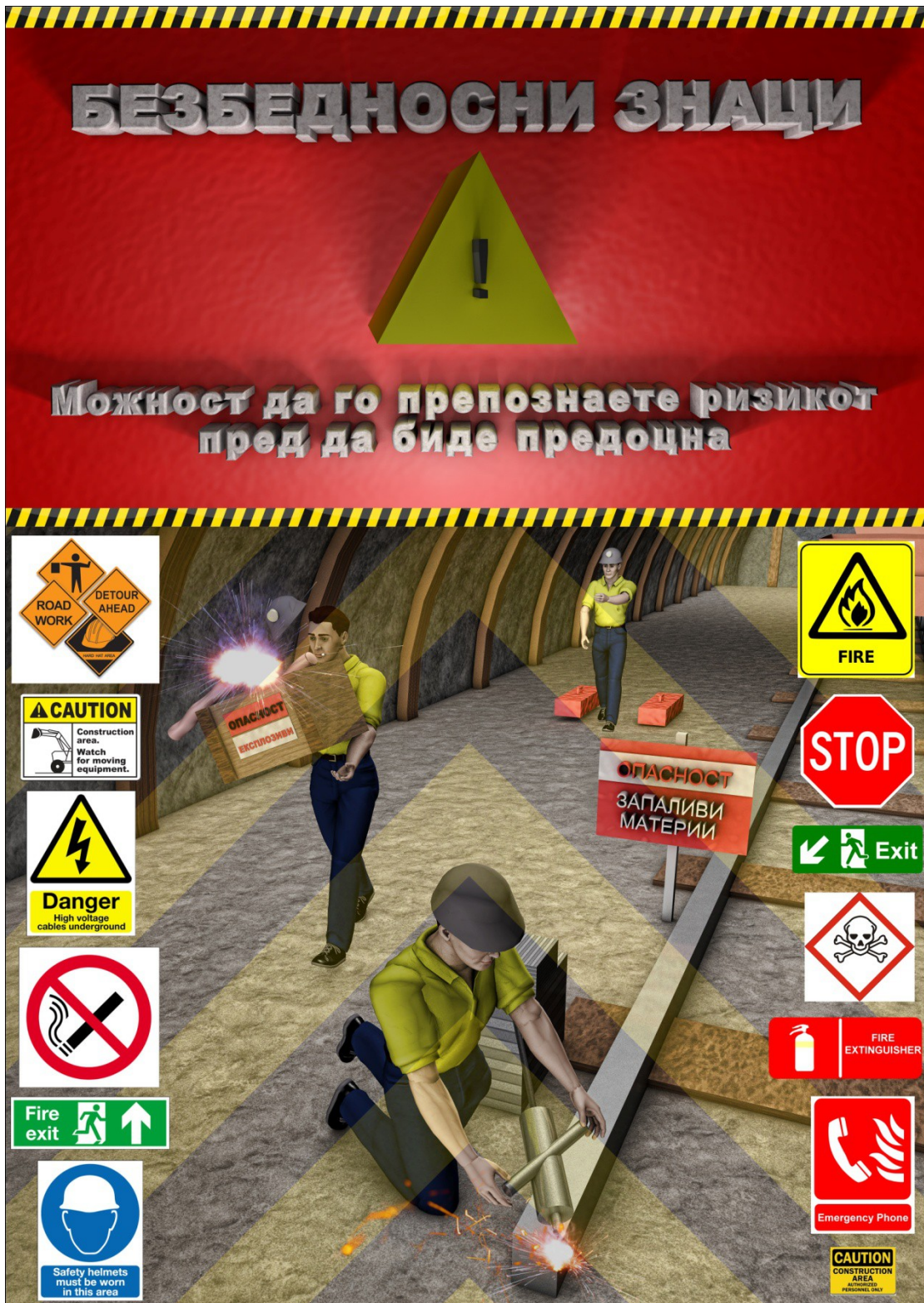
Поседна група на постери може да претставуваат информативните табли кои презентираат одредени безбедносни политики, правила, вести, извештаи од несреќи, процедури за итни состојби и сл.

И во овој случај од пресудна важност е креативниот и привлечен изглед со цел да се натераат вработените да ги забележат пораките.

Информативните знаци се посебна група слична на постерите чија употреба е законски нормирана и нема да бидат предмет на понатамошна дискусија.

Изработката на постерите ја правиме во поголем формат за да бидеме сигурни дека пораката ќе биде забележана од сите вработени и постерите најчесто ги поставуваме на патот кон работните места за да бидеме сигурни дека ќе бидат забележани од страна на сите вработени.

Во прилог и прикажан постер за значењето на безбедносните знаци и визуалната порака која го прикажува постерот и има за цел да ја зголеми свеста на вработените за негативните ефекти од непочитувањето на безбедносните знаци.



Слика 32. Изработка на постер за значењето на безбедносните знаци
 Figure 32. Making a poster about the importance of safety signs

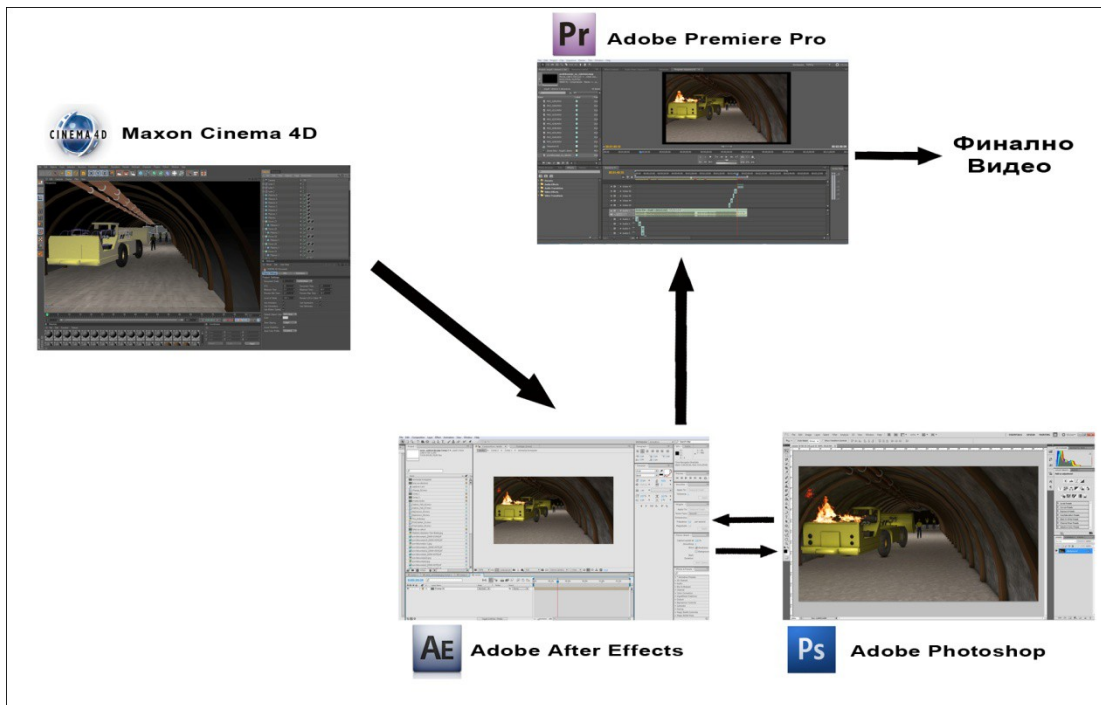
8.5. Изработка на анимации т.е кратки видеа за подобро разработување и прикажување на даден проблем

Развојот на компјутерската графика придонесе полесно комуницирање, подобро разбирање и толкување на многу типови на податоци. Случувањата и развојот во компјутерската графика има големо влијание врз многу облици во сферата на индустријата и модерното инженерство.

Компјутерските генерирани слики и анимации може да се категоризираат во неколку различни типови: 2D, 3D, 4D, 7D, анимирана графика. Како со текот на времето се подобрува технологијата, така 3D компјутерска графика станува сè почеста. Компјутерска анимација која ќе ја видиме во излагањето на овој магистерски труд е техника на креирање подвижни слики преку користење на софтвер со помош на компјутер. Компјутерска анимација се создава со помош на 2D и 3D компјутерски софтвер.

Софтверите кои јас ги избрав за изработка и генерирање на анимациите кои ќе ги видите во прилог се Maxon Cinema 4D (софтвер за изработка, моделирање, анимирање во 3D околина) во комбинација со Adobe After Effects (софтвер за постпродукција), Adobe Premiere (Софтвер за едитирање), Adobe Photoshop (софтвер за едитирање на слики).

Процесот во изработката на анимациите може да биде различен во зависност од комплексноста, квалитетот, изборот на софтверски пакети, начинот на изработката итн. Мојот личен избор и процес за изработка на анимациите кои ќе бидат прикажани во склопот на овој магистерски труд е прикажан на слика 33.



Слика 33. Процес на изработка на кратки видеа т.е. анимации
Figure 33. Process of making short videos (animations)

Прв процес во изработка на анимацијата е моделирање и генерирање на сите потребни 3D објекти кои сакаме да ги прикажеме во сцената. Следен чекор е генерирање на текстури т.е. материјали со што им даваме природен карактер на моделираните објекти (на пример, боја на метали, боја на гума, боја на човечка кожа, боја на коса итн) со што добиваме подобар и пореален визуелен приказ. Нареден чекор е анимирање на 3D моделираните објекти внатре во 3D софтверот - во овој случај Maxon Cinema 4D. Последен чекор внатре во 3D софтверот е рендерирање на сцените и нивно експортирање во Adobe After Effects.

Со помош на Adobe After Effects визуелниот приказ на анимацијата ја подобруваме на повисоко ниво. Процесот на работа кој следи во Adobe After Effects и дава на анимацијата нов карактер. Овде главна цел на работа е постпродукцијата каде ги подобруваме атмосферските услови во самата сцена, како што во овој случај се монтирање на пожар, зарушување, чад итн. Во некој случај атмосферата и самиот карактер на сцената не можат во

целост да бидат доловени во софтверот за постпродукција Adobe After Effects па затоа потребните делови од сцената ги рендерираме и ги импортираме во софтверот за едитирање на слики Adobe Photoshop за да бидат подетално обработени. Откако ќе го постигнеме саканиот квалитет на сцената која подетално ја обработивме во Adobe Photoshop истата сцена повторно ја импортираме во Adobe After Effects на нејзино финализирање и спојување. Откако ќе ги обработиме сите сцени со погоре наведените чекори на изработка на кратки видеа т.е. анимации сите сцени ги рендерираме од Adobe After Effects и ги импортираме во Adobe Premiere Pro на нивно едитирање т.е спојување. Со помош на Adobe Premiere Pro ги спојуваме сите сцени заедно и последен чекор е рендерирање на финалната анимација.

8.5.1. Изработка на видеа за обука

Користењето на софтверската 3D визуализација ни овозможува визуализација на упатствата за изведување на дадени операции или ракување со опремата, како и реконструкција и на најопасните ситуации кои можат да се случат во рудниците за подземна експлоатација.

Креирањето на видео упатства за поедини работни операции или ракувањето со опрема се визуализираат на основа на постојните текстулани упатства, проектната и техничката документација. Основна цел им е да го зголемат разбирањето за безбедните процедури на работење низ периодично прикажување за дадена целна група работници.

Со софтверската 3D визуализација постои можност за моделирање и визуализирање на најчестите катастрофи кои е случуваат при работа во рудниците за подземна експлоатација како што се: експлозии, пожари, зарушувања, пробив на вода итн. Визуализацијата може да ни ја прикаже и можната реакција и патот на повлекување на групата на работници кои се зафатени од дадената катастрофа. Можно е и реконструкција на позициите на нивните тела, и нивните акции во дадениот момент. Сцената и моментот што ќе бидат зададени за да се визуализираат подоцна можат да се

прегледуваат од повеќе агли па со тоа многу лесно може да се симулира видното поле на секој човек инволвиран во несреќата.

Обсервацијата на визуализираниот настан направен да се гледа како низ очите на некој работник зафатен од дадена несреќа нуди подобро разбирање на процесот на донесување акција за даден момент.

Со користење на компјутерски генерирана 3D визуализација е можно да се утврди што секој човек може да види па дури и она што тој не може да види во даден момент. Благодарение на оваа карактеристика на компјутерски генерирана визуализација можно е да се направи реконструкција на даден настан од изјавите на сведоците за несреќата.

За визуализацијата на несреќите да ги исполни своите крајни позитивни цели и сите вработени во рудникот на кои им се презентира, и истите лесно да ги идентификуваат презентираниите состојби, потребно е следново:

- ❖ Софтверската 3D визуализација реално треба да го покаже местото каде се случила дадената катастрофа;
- ❖ Распоредот на машините, апаратурите и уредите кои ќе бидат претставени во визуализацијата треба да изгледат реално и да бидат распоредени според изјавата на сведоците ако се прави реконструкција на дадена сцена;
- ❖ Движењата и положбата на зафатената група на работници треба реално да биде претставена;
- ❖ Сите амбиентални услови мора да бидат земени предвид (светлина, прашина итн);
- ❖ Сценариото мора да се базира на вистински настани (ако се изработува реконструкција на настан) или пак може да биде

измислено сценарио со цел да им се претстават на вработените можните опасности при работа во рудниците за подземна експлоатација и начините на кои можат да се избегнат истите;

- ❖ Крајната визуализацијата треба да се фокусира на грешката која била направена за иницирање на несреќата;

Во продолжение прикажани се примери од основните видеа за обука и тоа:

- **Видео – безбедносни мерки при ракување со јамски товарач на дизел погон.**

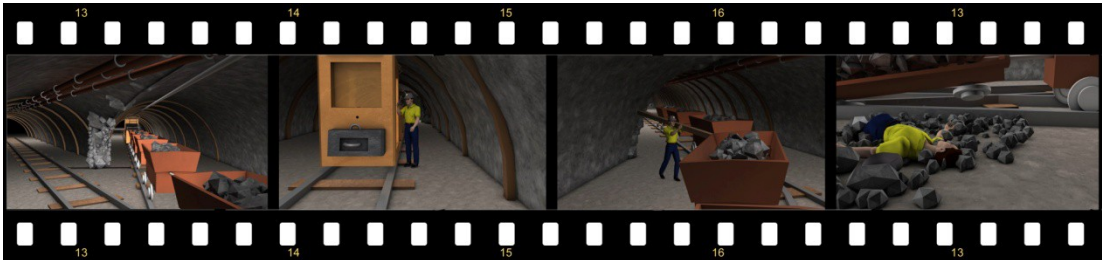


Слика 34⁵. Сцени од видеото за безбедносни мерки при ракување со јамски товарач на дизел погон

Figure 34. Scenes from the video for Safety precautions whit handling the pit loader on diesel plant

⁵ Видеото за безбедносни мерки при ракување со јамски товарач на дизел погон , можете да го прегледате на следниов линк: <http://www.youtube.com/watch?v=jtIsVaykKp8>

- **Видео - реконструкција на несреќа во рудник за подземна експлоатација**



Слика 35⁶. Сцени од видеото за реконструкција на несреќа во рудник за подземна експлоатација

Figure 35. Scenes from the video for Reconstruction of an accident in a underground mine

8.5.2. Изработка на видеа за симулација на плановите за спасувања

За ефикасна изработка на компјутерската симулација на плановите за одбрана и спасување во рудниците со подземна експлоатација, неопходно е прво да се сфатат негативните ефекти од можните катастрофи кои можат да се случат во дадениот рудник кои беа објаснети во предходниот дел на овој магистерски труд.

Кога ќе се случи некоја катастрофа во рудникот, основната техника за преживување на рударските работници е да се повлечат неповредени од рудникот. Во зависност од настанатата катастрофа во рудникот за подземна експлоатација, атмосферата во рудникот може да биде исполнета со чад, отровни гасови и други штетни материи под кои околности, бегството е практично невозможно, освен ако рударските работници предходно немаат добиено соодветен тренинг за одбрана и спасување за дадени ситуации.

⁶ Видеото за реконструкција на несреќа во рудник за подземна експлоатација можете да го прегледате на следниов линк:

http://www.youtube.com/watch?v=3PCm_gMocVs&feature=relmfu

Компјутерската симулација која ги зема во предвид овие прашања овозможува да се подобрат шансите за одбрана и спасување во дадени ситуации. Компјутерската симулација која се развива од предходно развиените планови за одбрана и заштита за даден рудник значително ги зголемува шансите за спасување и повлекување на рударските работници од настанатата катастрофа.

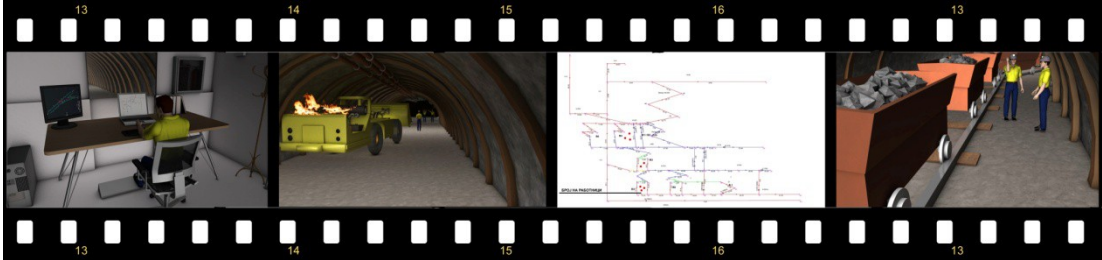
Практични и реални експерименти во оваа област се небезбедни а во некои случаи и невозможни, а воедно и ќе биде многу скапо за да се реконструира една реална катастрофа на ситуација за повлекување во даден рудник за подземна експлоатација и воедно ќе биде и неетички да се изложи човечки субјект на ризик само за собирање на експериментални податоци. Сепак со помош на компјутерската симулација постојат релевантни можности за реконструкција на веќе случени или пак можни катастрофи во даден рудник и за оценување на шансите на рударските работници за можното повлекување.

Предложените и генерирани визуелни модели, всушност може да предложат и некои предности во однос на реално генерираните сценарија. Таквите предности се:

- Овозможување на видливоста на симулираниот модел од повеќе агли за разлика од реално генериран настан;
- Во компјутерски генерираниот модел на одбрана и спасување, корисникот може да направи избор, односно решенијата за различни услови. Ова значи дека во изработениот модел на повлекување, корисникот може да направи „што-ако“ пресметки или да ги тестира ефектите на шансите за преживување;

Во продолжение прикажана е хипотетичка видео симулација на процес на повлекување на работниците во случај на катастрофа во рудник за подземна експлоатација.

- Видео – повлекување на работниците во случај на катастрофа во рудник за подземна експлоатација ,



Слика 36⁷. Сцени од видеото за повлекување на работниците во случај на катастрофа во рудник за подземна експлоатација

Figure 36. Scenes from the video for withdrawal of workers in case of disaster in the mine underground

⁷ Видеото за повлекување на работниците во случај на катастрофа во рудник за подземна експлоатација можете да го прегледате на следниов линк:

<http://www.youtube.com/watch?v=MZMGPHhvwUc&feature=relmfu>

9. ЗАКЛУЧОЦИ

Традиционално рударската индустрија е позната како високо ризична и независно од огромниот напредок на технологиите за предвидување и контрола на ризиците, како и на мерките и средствата за заштита, ризикот за безбедноста на перосналот и опремата и понатаму останува една од најчестите асоцијации за ова индустрија.

Изградбата на подземни рударски објекти, окна, ходници, тунели се од големо суштинско значење за самиот рудник но воедно се и многу опасни активности. Да се работи под намалени светлосни услови , ограничен пристап на влез и излез, потенцијална изложеност на загадување на воздухот, опасностите од пожар, експлозија и зарушување на подземните објекти се само дел од можните компликации и опасности на кои може да најде секојдневен еден рударски работник.

Соодветно на претходно изнесените констатации кои можат да се случат при работа во рудник со подземна експлоатација, и со цел минимизирање и контрола на ризиците и намалување на негативните последици при појава на несреќни случаи, неопходно е изготвување на соодветен план за одбрана и спасување во рудниците за подземна експлоатација кој истовремено стана и законска обврска за сите подземни рудници. Во зависност од комплексноста и сложеноста на самиот план за одбрана и спасување во случај на настаната катастрофа треба да се изнајде најдобро и најприфатливо решение за најдобро презентирање на истиот пред сите вработени а воедно и да бидеме сигурни дека публиката на која им се презентира ќе го разберат без никакви потешкотии. Континуираната информираност на работниците и свесноста за можните ризици е прв и можеби најважен чекор во постигање на потребното ниво на безбедна работа.

Согласно законските прописи, обуката за безбедност и здравје при работа мора да се прилагоди кон спецификите на работното место и мора

да се изведе во согласност со програма која мора да биде ажурирана и изменета во поглед на новите облици и видови на опасност.

Работодавачот мора да утврди задолжителни редовни теоретски и практични испити за безбедно извршување на работата за сите вработени на работното место каде што е констатирана зголемена опасност од повреда и нарушување на здравјето при проценка на ризикот, како и за сите оние вработени на работни места каде што е зголемен бројот на случаи на повреда при работа и загрозување на здравјето.

Во рударската индустрија, поради специфично високиот ризик, барањата за обука се специфицирани во посебни правилници кои вообичаено ги дефинираат темите кој мора да бидат вклучени во обуката.

Најефективен метод за обука и тренинг на вработените во овој сектор се покажа методот на компјутерска симулација и визуализација на дадените проблеми за подобро разбирање на истите од страна на вработените.

Употребата на новите технологии во симулацијата и визуализацијата во областа на рударството е во голем подем. Комплексноста во работата во областа на рударството носи последици врз здравјето и безбедноста на рударските работници и поради ова мораше да се најде начин за нивно спречување. Со употребата на софтвери за симулација и визуализацијата за полесно преставување на можните проблеми кои можат да настанат при работа им овозможува на рударските работници полесно увидување на проблемите и нивно можно избегнување.

Користењето на софтверската (компјутерска) визуализација ни овозможува реконструкција и на најопасните ситуации кои можат да се случат во рудниците за подземна експлоатација. Со софтверската визуализација постои можност за моделирање и визуализирање на најчестите катастрофи кои се случуваат при работа во рудниците за подземна експлоатација како што се: експлозии, пожари, зарушувања, пробив на вода итн. Визуализација може да ни ја прикаже и можната реакција и патот на повлекување на групата на работници кои се зафатени од дадената катастрофа. Можно е и реконструкција на позициите на

нивните тела, и нивните акции во дадениот момент. Сцената и моментот што ќе бидат зададени за да се визуализираат подоцна можат да се прегледуваат од повеќе агли па со тоа многу лесно може да се симулира видното поле на секој човек инволвиран во несреќата.

Повеќето рудници низ светот веќе користат софтвери за визуализација на плановите за одбрана и спасување за реагирање во итни случаи заради комплексноста и опасноста од изведувањето на истите планови во реални услови и исто така за полесно разбирање на истите од страна на сите вработени во дадениот рудник.

Сите можни бенефиции кои ни ги нуди софтверската визуализација можат да ни помогнат во намалувањето и спречувањето на најчестите катастрофи кои се случуваат во рудниците за подземна експлоатација.

Најдобар метод за презентација на софтверската визуализација се различните медиумски продукти кои ги нуди пазарот, како што се: ТВ-уреди, ТВ-проектори, ДВД-уреди во комбинација со компјутер.

10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА:

1. Amari H, Okada M (1999) " A three-dimensional visualization tool for software fault analysis of a distributed system" In: Proceedings of the IEEE systems, man, and cybernetics conference
2. Asokan R (2003), " Automatic visualization of the version history of a software system in three dimensions" . Master's thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Falls Church, VA
3. Bancroft R. , (1998) , " Emergency escape systems " , Department of Mines and Energy, Queensland
4. Barrett A., Kowalski M. , (1995), "Effective hazard recognition training using a latent-image, three-dimensional slide simulation exercise", Pittsburgh, PA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, RI 9527.
5. Beal S. , (2005), " Using games for training dismounted light infantry leaders: Emergent questions and lessons learned" , Research Report 1841, pp 1-17 (US Army Research Institute for the Behavioural and Social Sciences: Arlington).
6. Best R. (1977), "Reconstruction of a tragedy: the Beverly Hills supper club fire. Washington, DC: National Fire Prevention and Control Administration (NFPA No. LS-2).
7. Bogacki S. (2005), " Computer visualization in accident prevention in industry" ,Geometry and Engineering Graphics Centre, The Silesian University of Technology in Gliwice

8. Charles P. Lazzara, (2008) "MINE RESCUE PRACTICES FOR U.S. UNDERGROUND COAL MINES" , National Institute for Occupational Safety and Health Pittsburgh Research Laboratory, Pittsburgh, PA
9. Cole H., Wiehagcn W., Vaught C., Mills B. , (2001), "Use of simulation exercises for safety training in the US mining industry", NIOSH 2001-141, Information Circular 9459, United States Government.
10. Cole H., Vaught C., Wiehagen J., Haley V., Brnich J. Jr. (1998), "Decision making during a simulated mine fire escape" , IEEE Transactions on Engineering Management 45(2):153-162.
11. Cole H., Wala M., Haley V., Vaught C., (1987), "Simulations that teach and test mine emergency skills". In: Faulkner GJ, Sutherland WH, Forshey DR,
12. "DEVELOPING A COMPREHENSIVE EMERGENCY PREPAREDNESS PLANNING MANUAL FOR UNDERGROUND MINING OPERATIONS " (December , 2008), West Virginia Office of Miners' Health, Safety and Training and West Virginia University – Mining Extension Service,
13. Marcus A. , Feng L. , Maletic J. , (2008) " 3D Representations for Software Visualization " , Kent State University , Ohio, USA
14. Marcus A. , Feng L. , Maletic J., (2007), "A Task Oriented View of Software Visualization", Kent State University , Ohio, USA
15. Raths D., (2006). "Virtual reality in the OR, Training and Development", 6(8):36-40 (American Society for Training and Development: Alexandria).

16. Ronald S. Conti, Linda L. Chasko, William J. Wiehagen, Charles P. Lazzara, (2005), " Fire Response Preparedness for Underground Mines " , National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh Research Lab, Pittsburgh, PA
17. Passaro D. , Cole H, Wala M. (1994), "Flow distribution changes in complex circuits: implications for mine explosions". Human Factors 36(4): 745-756.
18. Sushil K. Chaturvedi , Osman A. , (2006), "Simulation and Visualization Enhanced Engineering Education" , International Mechanical Engineering Education Conference, Beijing, China
19. Stefan-Lucian V. (2007), "Software Evolution Visualization" , Technische Universiteit Eindhoven
20. Keping Z. , Mingming G. , (2007), "Virtual Reality Simulation System for Underground Mining Project " , Central South University, China
21. Iannacchione A. , Bajpayee T. , Prosser L. , (2006) "METHODS FOR DETERMINING ROOF FALL RISK IN UNDERGROUND MINES " , NIOSH, Pittsburgh, PA
22. Mallett L. , Orr T.J (2009), "Working in the Classroom - A Vision of Miner Training in the 21st Century"
23. Mallett L., Unger R., (2006), " VIRTUAL REALITY IN MINE TRAINING" , National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh, PA

24. Moore A. ,Fowler S., Watson C., (2007), "Active learning and technology: Designing change for faculty, students, and institutions", Educause Review,
25. MSHA, "Emergency Mine Evacuation", (2006), Final Rule, Federal Register, Vol. 71,
26. MSHA, "Mine Rescue Teams" ,(2008), Final Rule, Federal Register, Vol. 73, No. 27
27. National Mine Rescue Association, (1994), "Mine Emergency Command System ", Issue Number 3,
28. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), (2008). NIOSH mining safety and health research products [online]. Available from: <<http://www.cdc.gov/niosh/mining/products/>>
29. "Test Preparation Study Guide For Underground Mine Foreman Certification" ,This guide was developed by the Utah Labor Commission, The CFR References throughout this guide are current as of 2010.
30. Wang D. , Wu Z. , Du W., (2006), " Application of virtual reality technology in mine production simulation system" , Coal Mine Machinery