

МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА ФУГИТИВНИ ЕМИСИИ ОД ЛИНИСКИ И ПОВРШИНСКИ ИЗВОРИ

1. ВОВЕД

Брзиот пораст на производството на рудни минерали истовремено е следен со рапидно зголемување на интензитетот на генерирање и издвојување на минерална прашина во сите фази на рудничкиот производен процес. Високите концентрации на фугитивна прашина резултираат не само со зголемување на здравствениот ризик кај работната сила, туку и со намалување на севкупната продуктивност и безбедност на рударските операции, доведувајќи го во прашање дури и нивното опстојување. Ваквата состојба негативно се одразува и врз ефикасноста и продуктивноста на применетата опрема, машини и уреди.

Штетноста и опасноста од појавата на прашина во процесот на експлоатација на минералните сировини била воочена уште од првите народи кои почнале да ја развиваат рударската активност. Ерата на индустриската револуција и зголемената потреба од минерални сировини доведоа до развој и употреба на сè помоќни алатки и машини за експлоатација на корисните минерали од Земјината кора. Трендот на засилен развој на рударската индустрија кулминира во првата половина на XX век, со воведувањето на масовните методи на експлоатација и механизираниите високо продуктивни технологии. Паралелно со техниките на отпрашување се развиени и техниките за мерење и контрола на запрашеноста, како и за утврдување на штетноста на прашината. Со нивниот развој е овозможено и развивање на законски нормативи и прописи, кои ја третираат оваа проблематика.

Под терминот прашина се подразбираат сите ситнозрнести цврсти честички што во одредени услови може да лебдат во воздушната средина. Вообичаено, воздухот содржи вакви честички кои се генерираат или во природни процеси или како резултат на човековите активности. Бројот на цврстите честички во 1 cm^3 воздух се движи од 200 до 1.000 на планините, до над 50.000 честички во градовите. Ваквиот рапиден пораст на запрашеноста во основа е резултат на индустриските и енергетските инсталации во градовите.

Основата на овој магистерски труд е дефинирање на најприфатлива методологија за проценка на фугитивни емисии од линиски и површински

извори која што претставува основа за развој на соодветни методологии на мерење на фугитивните емисии, долгорочни програми за мерење во различни периоди на денот и различни метеоролошки услови коишто понатаму ќе бидат корисни за понатамошни анализи и дефинирање на емисиони фактори за различни области во рударската индустрија.

Можноста за процена на фугитивната емисија во пракса е навистина многу ограничена, тешка и неизвесна, но сепак изводлива и многу значајна.

Во овој магистерски труд за изнаоѓање на најприфатлива методологија за процена на фугитивните емисии од линиски и површински извори, покрај користената литература од светски прирачници од Канада и Австралија, се вршени директни мерења на терен во различни метеоролошки услови и при извршување на различни руднички операции, при што е применето моделирање со помош на софтверот DISPER 5.2 за повеќе руднички операции.

Целокупниот магистерски труд е структуриран во 11 поглавја, содржи 109 страници и во него се содржани 15 табели и 24 слики.

2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Заштитата на животната и работната средина во светот зазема широки размери и е поддржувана од сите развиени земји во Европа и во светот. Трендот на аплицирање на најдобро достапни техники (BAT -Best Available Techniques) за решавање на проблеми поврзани со намалување на емисиите на штетни материи во воздухот веќе стана обигаторен во сите апликации за добивање на А или Б интегрирана еколошка дозвола од Министерството за животна средина и просторно планирање.

Со оглед на потребата од примена на најсовремени техники во решавање на каков било еколошки проблем и немање на доволно податоци за фугитивните емисии предизвикани од рударските активности во рудниците, како и поради сложеноста на мерење на фугитивните емисии, се наложува потребата од изнаоѓање на соодветни методологии за процена на фугитивните емисии од линиски и површински извори.

Целта на трудот е да се анализираат спецификите на сите извори на фугитивни емисии кај површинските копови на јаглен низ примерот на РЕК Битола и да се дефинира методологија со која ќе може да се изврши процена на фугитивните емисии од одлагалишта на јаловина, одлагалишта на пепел, купови на одложена пепел, рудни греди, транспортна механизација (транспортери, камиони, утоварачи и друга рударска опрема).

Само со квалитетна и прецизна процена за интензитетот на емисиите е можен издржан пристап во планирање на мерките за заштита на вработените, заштита на работната средина, заштита на растителниот и животинскиот свет, степенот на загрозеност, влијание врз здравјето на вработените и оценки на влијанието на активностите врз животната средина воопшто.

Имајќи ја предвид местоположбата на РЕК Битола во Пелагонискиот регион, кој што е еден од главните извори за храна во Р.Македонија, и неговото директно влијание врз производството на здрава храна, испитувањата на фугитивните емисии во овие простори и изборот на соодветна методологија на процена на фугитивните емисии би придонеле за дефинирање на многу важни заклучоци и препораки во врска со подобрување на здравјето не само на вработените во РЕК Битола, туку и на останатото население во Пелагонискиот регион.

3. ИСТРАЖУВАЊЕ НА РАСПОЛОЖЛИВИТЕ ЛИТЕРАТУРНИ ПОДАТОЦИ

Во текот на истражувањето се проучени применетите техники за проценка и факторите за емисија што се развиени пред сè во САД и во Австралија. Австралиските методи се синтетизирани во националниот катастар на загадувачи на Австралија - NPI (National Pollutant Inventory) и не се толку исцрпни како американските, кои што се издадени во збирката фактори на емисија AP-42 на Агенцијата за заштита на животната средина на САД - USEPA (United States Environmental Protection Agency), но се корисни бидејќи потврдуваат дека американските фактори за емисија се меродавни и за други услови на примена.

Токму овие техники за изборот на емисионите фактори се применети и во овој труд, при што се адаптирани за наши услови како варијантни решенија во рудници со површинска експлоатација на јаглен.

Во текот на работата детално е проучена Збирката на фактори на емисија на загадувачи на воздухот позната под насловот AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources*), што се користи како материјал за проценка на емисиите на загадувачки материји во воздухот од разни извори, а издадена од Агенцијата за заштита на животната средина на САД (USEPA).

Исто така, детално се проучени техниките за проценка на емисиите во рударството од водичите за Техники за проценка на емисиите (ТПЕ) издадени од австралиското Министерство за животна средина, води, наследство и уметност, кое исто така има издадено неколку водичи за Техники за проценка на емисиите (ТПЕ) од различни извори на загадувачки материји.

Користена е и литература од Прирачникот изработен врз основа на собрани податоци за емисионите фактори за загадување на воздухот и од алтернативните методи усвоени од државните и локалните агенции во регионот WRAP Калифорнија (www.arb.ca.gov/ttn/chief/ap42), областа Clark во Невада (www.co.clark.nv.us/air_quality) и областа Maricopa - Arizona (www.maricopa.gov/envsvc/air), каде што е даден табеларен преглед на параметрите за корекција на факторите за проширени нивоа на активности и на изворите, контрола на ефикасноста и редукција на емисии со природно ублажување на влијанијата. Прирачникот е усовршен документ што ги содржи сите неопходни дефиниции за развивање на стратегија за контрола на

големите извори на фугитивна прашина и има неколку напредни карактеристики што имаат предност во споредба со AP-42.

Прирачникот е достапен на веб-страницата (www.wrapair.org/forums/dejf/fdh) и ги има следниве цели и карактеристики:

- Содржи проширени документи за методи за процена на емисиите прифатени од федерални и државни агенции, како и методи за „фази на развој“;
- Детални објаснувања на направените критични мерења;
- Листа на издадени контролирани изведби за голем број мерки за контрола на фугитивните емисии;
- Алатки за поплаки и забелешки за тоа дали регулативите правилно се следат;
- Детална методологија за пресметка за економската оправданост од примена на разни контролни методи на мерења;
- Ги поддржува техничките, осигурителните и други заинтересирани страни во областа на заштитата на животната средина;
- Им дава пристап на сите заинтересирани страни и од државниот и од приватниот сектор, кои се заинтересирани за редукција на фугитивната прашина во одредени области.
- Овозможува најсовремени извори на пресметка на технологии за емисии и контролни мерења за следниве осум категории на извори на прашина: земјоделие, градење и рушење, ракување со материјали тампонирани и нетампонирани патишта, емисии од дување на ветер од земјоделски полиња, купови на ускладиштен материјал и надворешни експонирани области;
- Образложена е листата на контролни мерења на фугитивни емисии кои се имплементирани под надлежност на USEPA;
- Направени се повеќе детални методологии за пресметка за економската оправданост за различни контролни мерења на фугитивната прашина.

Проучувани се и многубројни трудови на тема од фугитивните емисии на прашина, меѓу кои се:

-Мираковски Д., Десподов З.: „Контрола фугитивне прашине на местима транспортера- решење за слагалицу“, Транспорт и логистика бр.7, ИССН 1451-107X, Београд, 2004.

- Мираковски Д.: „*Controlling Fugitive Dust at Transportation Roads - Cost or Profit*“, International Conference on Mine Transportation, Budva, May 2005, Serbia and Montenegro.

- Мираковски Д., Кепевски А., Десподов З.: „Можности за примена на современи методи за заштита од фугитивната прашина во Цементарница Усије-Скопје, Меѓународно советување - Цемент 2002, 15-18 мај 2002, Струга, Македонија.

- Мираковски Д., Грујиќ М., Кисиќ Д.: „Wind erosion prevention at TENT fly ash ponds“, 4 Regional Conferens on EMS Implication on Electric Power Industry, Tara ,11-15 September 2006, Serbia.

- Пелтечки Д.: магистерски труд, „Загадувачки материји во амбиенталниот воздух“, стр.21, јуни 2010.

- Мираковски Д.: „Контрола на фугитивната прашина во рударската индустрија“, Збирка на трудови на Рударско-геолошкиот факултет, јуни 2002, Штип.

4. МЕТОДОЛОГИЈА НА РАБОТА

Во текот на истражувањето при изработката на овој магистерски труд се истражени и разработени три методи за процена на фугитивните емисии од површински и линиски извори.

Со помош на факторите на емисии од Водичот на националниот катастар на загадувачи (National Pollutant Inventory) на австралиското Министерство за животна средина, води, наследство и уметност, кога се комбинираат со информации специфични за локацијата и приспособени на наши услови е извршена процена на фугитивните емисии од главните извори на прашина т.е. посебните руднички операции што се предмет на анализа.

Освен литературни истражувања се извршени и реални директни мерења на терен, со цел да се одреди количината на присуство на фугитивна емисија. Мерењата на фугитивните емисии се исто така важен фактор при одредување и дефинирање на заклучоци од фугитивни емисии на прашина. Постојат софистицирани опреми кои со голема точност ги одредуваат емисиите што понатаму можат да послужат како подлоги за моделирање или подетални истражувања. Во овој магистерски труд е даден опис на опремата со која е извршено мерењето со уредот MICRODust pro, со кој се одредува количеството прашина во примерокот од гасот или масената концентрација и нуди графичка презентација на концентрациите, регистрирање на внатрешните податоци како стандарди, едноставен и јасен кориснички интерфејс и методи на дигитална калибрација така да одговара на какво било опробување. При мерењата се избрани различни услови на мерење и се избрани мерни точки од главните извори на фугитивна прашина во РЕК Битола.

Освен литературни истражувања врз основа на реални мерења и анализи на протокот на материјали во површинскиот коп „Суводол“, разработени се модели на дисперизија на прашината и е извршена валидација на емисионите фактори со реални мерења.

По пат на математичка анализа се креирани модели со користење на софтверот DISPER 5.2.

Нумеричкиот алгоритам што се користи во DISPER 5.2 ни дава можност од правење на студии на голем број полутанти што можат да се најдат во амбиенталниот воздух. Нумеричкиот метод користи равенки што ја пресметуваат дисперзијата на полутантите во воздухот.

Софтверот ги прима метеоролошките податоци со коишто може да се формира крива на загадување. Софтверот ја пресметува концентрацијата на полутантите произлезена од секој од посочените извори, земајќи ја предвид концентрацијата и состојбата на ветерот. Тој дава временски просечна вредност (дневна, месечна или годишна), така што може да се пресмета просечната концентрација во секоја точка од изложената област.

Системот DISPER 5.2 има таков систем на симулации на процесите што им овозможува брз и практичен систем за пресметка на дисперзија на полутанти во воздухот и на почетници и на експерти програмери. Програмата се заснова на оперативен систем Microsoft Windows и работи брзо и ефикасно само со помош на глушец и графички прозорец. Може да се каже дека со висока точност софтверот Disper 5.2 е најдобра алатка што води нумеричка симулација од разни процеси на загадувања на воздухот. Без некакво претходно искуство на корисникот за симулирање, првите резултати се добиваат за неколку минути.

Разработен е прирачникот за употреба на софтверот во кој се објаснети употребата и можностите на DISPER 5.2, со прикажување на конкретни примери од коишто се гледа дека не се потребни претходни познавања за оперативниот систем Microsoft Windows, туку само се назначени познавањата како препорака. Заедно со прирачникот за употреба разгледани се и примери за користење на софтверот и за комплексни процеси, со што се докажува дека овој систем е доста користен во многу научни истражувања за дисперзија на полутанти во воздухот. Исто така, проучени се и нумеричките разлики помеѓу резултатите од оваа програма и резултатите од други нумерички модели, што резултира на фактот дека постои нумеричка разлика помеѓу различни модели на дисперзија.

Од сите овие проучувања се докажува дека дисперзијата е комплексен физички феномен, кој вклучува турбулентни движења, а не линеарни движења, динамички, термодинамички и иреверзибилни процеси. Со овој модел сакаме сето тоа да го упростиме со една едноставна равенка.

Овој модел на дисперзија е еден од најдобрите избрани модели на денешницата, што не мора да значи дека во иднина нема да има подобар модел.

5. ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРАШИНАТА

Со оглед на фактот што експлоатацијата на минералите е поврзана со низа процеси во кои доаѓа до интензивно создавање и издвојување на прашина, рудничкиот воздух обично содржи значително повеќе прашина од атмосферскиот, па дневниот талог на подот од рудничките простории понекогаш се движи од 1.000 до 2.000 g/m². Цврстите честички што подолго време се задржуваат во воздушната средина заедно со воздухот образуваат *дисперзен систем* (дисперзоид), во кој воздухот е дисперзен медиум, а честичките дисперзна фаза. Дисперзниот систем во кој преовладува дисперзниот медиум (воздухот) се нарекува *аеросол*. Кога во системот преовладуваат цврстите честички, тој се нарекува *аерогел*. Таков систем претставува прашина исталожена на подот или ѕидовите на просториите.

5.1. Карактеристични величини на прашина

Ефикасната контрола на запрашеноста на рудничката атмосфера е практично невозможна без целосно и детално познавање на основните карактеристики на минералната прашина, како и на главните извори на прашина во рудничката атмосфера.

Секако, мора да се има предвид и фактот дека оваа проблематика е законски регулирана, со цела низа прописи и стандарди кои постојано се ажурираат во согласност со најновите научни сознанија.

Дисперзионите системи на прашина се карактеризираат со следниве основни параметри: *концентрација на прашина во единица волумен воздух, степен на дисперзност, дисперзен (гранулометриски) и хемиски состав*. Значително влијание врз својствата на аеросолите покажува и *формата* на цврстите честички.

Концентрацијата на прашина може да се изрази како *тежинска* (гравиметриска - mg/m³) и *бројна* (кониометриска - број на честички/m³).

Според размерот на честичките, односно степенот на дисперзност, аеросолот може да биде: *грубодисперзен, финодисперзен, колоиден и молекуларен*.

Рудничката (минерална) прашина е *полидисперзен* систем во којшто размерот на честичките се движи од 0.01 μ до 15÷60 μ . Поголемите честички

поради нивната тежина релативно брзо се таложат и не се задржуваат долго во воздушната средина.

Процентуалната содржина на одделни фракции (групи) честички со различни димензии се нарекува *дисперзен (гранулометриски) состав* на аеросолот. Степенот на дисперзност и дисперзниот состав зависат од повеќе фактори, а во прв ред од петрографскиот состав на карпите, нивните физичко-механички карактеристики, карактерот на генерирањето на прашината, карактеристиките на воздушното струење и слично.

Формата на честичките од рудничките аеросоли е доста произволна и е директно условена од физичко-механичките и петрографските особини на средината од којашто се издвојуваат. Најчесто се среќаваат плочести форми, а поретко кубични или призматични.

Нивната големина, пак, од практични причини, најчесто се изразува со само една димензија која се нарекува *условен дијаметар*. Различни автори даваат различни дефиниции за оваа условна димензија, едни ја одредуваат со средната вредност од измерената ширина и должина, а други како условен дијаметар ја земаат поголемата димензија на честичката. Во праксата најшироко прифатена дефиниција за условниот дијаметар е онаа за *еквивалентниот аеродинамички дијаметар* (ЕАД) или т.н. *седиментационен дијаметар*. Според дефиницијата, овој дијаметар (ЕАД) за една честичка со каква било форма и димензии е еднаков на дијаметарот на сферообразна честичка со единечна густина (1 g/cm^3) која се талози со истата брзина.

За целосно детерминирање на феномените поврзани со појавата и егзистирањето на аеросолите во рудничката атмосфера, покрај изложените основни физички карактеристики, големо значење имаат и следниве својства: физичката и хемиската активност на честичките, електричните и магнетните својства, агрегирањето, аеродинамичните особини, склоноста кон навлажнување и кондензирање на влагата околу честичките и др. Овие својства ќе бидат изложени во продолжение.

Со зголемувањето на степенот на дисперзност се зголемуваат и хемиската и физичката активност на минералните честички. Имено, како резултат на значителното зголемување на површината на честичките во однос на нивната тежина значително се зголемува брзината на оксидација, се олеснува растворливоста и апсорпцијата на гасовите итн. На пример, тешко

растворливиот силициум диоксид (SiO_2), кога е fino дисперзиран значително полесно се раствора во основен раствор, што пак значи дека биолошката активност на фината (респирабилна) силициумова прашина е значително поголема.

Времето на задржување на честичките во воздушната средина е условено со нивните аеродинамички својства. Тие во основа зависат од формата, димензиите и специфичната тежина на честичките, како и од карактерот на воздушните струења.

Во услови на турбулентно струење, честичките од аеросолот заедно со воздухот учествуваат во попречните (виорни) движења. При ваквите движења тие меѓусебно се судираат со зголемени брзини и формираат *агрегати* (соединенија на две или повеќе честички). Минералните честички од аеросолите во руднички услови на себе носат електричен набој. Тој набој се јавува како резултат на процесите на апсорпција на гасни јони, триењето со суви тврди површини (сидовите на просториите или цевководите), како и триењето помеѓу честичките. Мора да се напомене дека уште во моментот на издвојување на прашината, односно дробењето на минералите, честичките се наелектризирани. Тоа се објаснува со појавата на слободна енергија на местата на дробење како резултат на рушењето на кристалната решетка на минералите.

Интензивно намалување на електричниот набој настанува веднаш по формирањето на аеросолот, односно прашинскиот облак. По 24 часа, промените на електричниот набој се незначителни. Електричниот набој на честичките од аеросолот расте со зголемување на температурата, а се намалува со зголемување на влажноста на воздухот. При релативна влажност на воздушната средина од 65%, набојот исчезнува.

Склоноста на минералните честички кон навлажнување е мошне важна за дефинирање на соодветните техники за отпрашување. Таа зависи од повеќе фактори, како што се: минеролошкиот и петрографскиот состав на работната средина, степенот на дисперзност на честичките, степенот на оксидација на нивните површини, апсорпцијата на гасови и сл. Во одредени случаи, финодисперзните минерални честички можат да станат кондензациони јадра во воздушната средина и да останат во водени капки со димензии до 5 μ .

5.2. Физиолошки ефекти на минералната прашина

Поради специфичните карактеристики, минералните прашина покажуваат широк спектар на штетни влијанија врз човечкиот организам, во целина. Практично сите минерални прашина во поголеми концентрации и при подолг период на експонираност имаат фиброгени својства, односно доведуваат до промени на функциите на човековиот респираторен систем. Одредени минерални прашина се токсични и покажуваат штетни влијанија и врз другите човекови органи (желудникот, црниот дроб, бубрезите и др.), а некои пак имаат иритирачко дејство и ги оштетуваат кожата и очите на експонираните рудари.

Сепак токсичните и иритационите ефекти, во споредба со штетните влијанија врз респираторниот систем, се речиси занемарливи и многу полесно контролабилни (како од аспект на нивна превенција, така и од медицински аспект). Од тие причини, акцентот во дефинирањето на физиолошките ефекти на минералната прашина е ставен на проучување на штетните последици, кои се јавуваат кај човековиот респираторен систем.

Негативните ефекти на фиброгените прашина може најдобро да се објаснат низ призмата на функционирањето на компонентите на респираторниот систем.

Имено, назалните патишта и оралниот отвор низ кој луѓето дишаат се спојуваат во трахејата, а од тука низ грлото водат до бронхиите. Бронхиите го водат воздухот низ двете гранки во левото и десното белодробно крило. Тие понатаму се делат на многу мали цевчиња наречени бронхиоли, кои на крајот завршуваат со мали проширувања „џебови“ наречени алвеоли, во кои се одвива процесот на размена на кислородот во крвта.

Со практични истражувања е утврдено дека само еден дел од вкупната прашина што се наоѓа во зоната на дишење на работникот ќе биде вдишана (инхалирана). Тој дел, односно фракција, се дефинира како *инспирабилна фракција* и зависи од концентрацијата на прашината во воздухот, количеството на воздух што работникот го вдишува, како и карактерот на струењето на воздухот во зоната на дишење. Практично сите помали честички се вдишуваат, додека инхалабилноста на поголемите рапидно опаѓа со зголемување на нивниот аеродинамички дијаметар. Во 1983 година International Standardisation

Organisation (ISO)¹ предложи дефиниција за инспирабилната прашина. Инспирабилноста на одделни фракции според оваа класификација е дадена во табела 5.1.

Табела 5.1. Инспирабилност на масените фракции според ISO TR 7708

Table 5.1. Inspirability of mass fractions in accordance ISO TR 7708

Еквивалентен аеродинамички дијаметар ЕАД во μ Equivalent aerodynamic diameter EAD in μ	Инспирабилност % Inspirability %
0	100
10	73
30	52
60	34
100	20
185	0

Најголемиот дел од честичките што се инхалираат веднаш се исфрлаат надвор од организмот. Имено, респираторниот систем содржи вродени заштитни механизми, што го штитат нежното ткиво во белите дробови од пенетрацијата на инхалираните цврсти честички. Уште во горниот дел од респираторниот систем постои серија од природни „филтри“. Најпрвин тоа се влакненцата во назалните патишта коишто ги задржуваат во најголем дел честичките со големина над 10 μ . Понатаму доаѓа мукозната мембрана, којашто ги обложува носот и грлото и со својата лепливост ги заробува речиси сите честички што удираат во неа. Во трахејата и бронхиите кратките подвижни влакненца дополнително ги филтрираат честичките со средни димензии (5÷10 μ) и со специфичното вибрационо движење ги враќаат назад во грлото, од каде што тие се исфлаат надвор од организмот.

На тој начин, практично многу мал дел од честичките со големина над 1 μ достигнуваат до алвеоларниот регион и се депонираат во него. Оној дел од прашина што стигнува во алвеолите и се депонира во нив се нарекува *респирабилна прашина*.

За среќа, респираторниот систем поседува одбранбени механизми кои овозможуваат исфрлање и на оние честички што се депонираат во алвеолите.

¹Интернационална организација за стандардизација

Сепак, во случаи на продолжено вдишување на поголеми концентрации прашина или кога вдишаната прашина е хемиски активна, доаѓа до нарушување на одбранбените функции на респираторниот систем.

Во најдобар случај промените се поблаги и доаѓа само до намалување на капацитетот на белите дробови, губење на здивот и појава на локални запаленија. При вдишување на честички со поголема површинска активност (слободен SiO_2 - особено кристалните форми) доаѓа до нивна реакција со фагоцитите и одбранбените честички умираат. На тој начин се развиваат фиброзни јазли, кои со прогресија на болеста растат зафаќајќи сè поголеми површини од белодробното ткиво.

Овие „фиброзни“ респираторни болести со заедничко име се нарекуваат *пневмокониози*. Во зависност од прашина која е причинител, тие ги добиле и своите имиња: *силикоза* (слободен SiO_2), *азбестоза* (азбест), *сидероза* (железна руда) и др.

Најчесто заболување е силикозата, којашто генерално се јавува во три форми:

- хронична силикоза;
- забрзана силикоза;
- акутна силикоза.

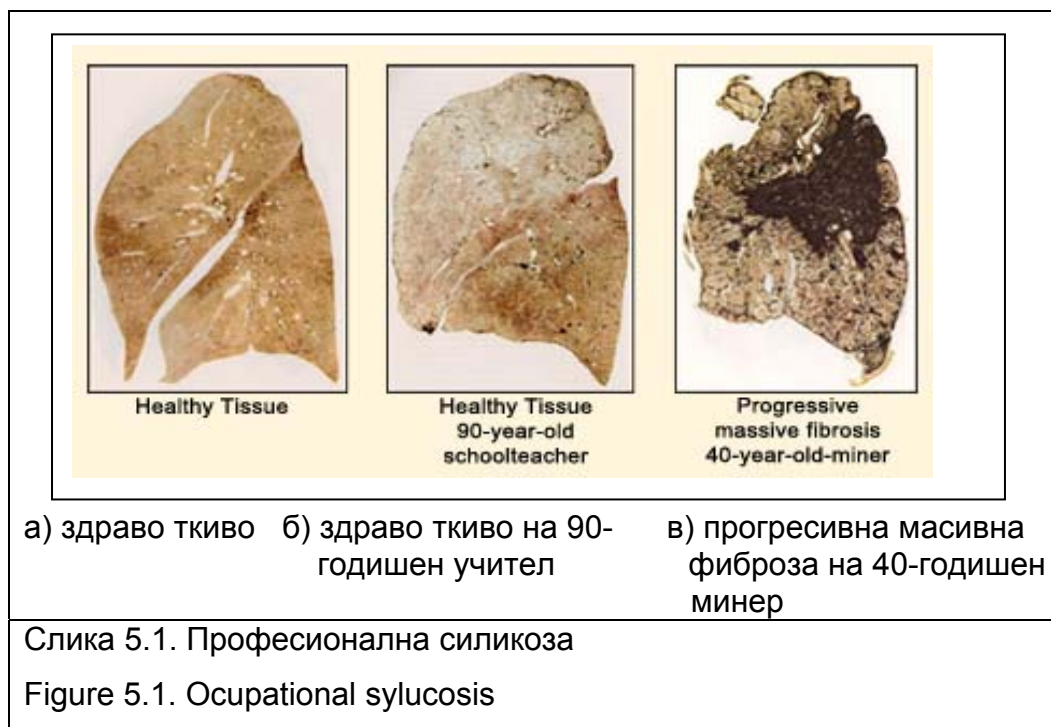
Силикозата е прогресивна болест што продолжува и по престанокот на експозицијата на заболениот. Посебно загрижувачки е фактот што акутната силикоза речиси сигурно завршува со смрт, а современата медицина нема развиена методологија за нејзин успешен третман.

Вообичаено овие болести се следени и со појава на споредни негативни ефекти, како што се развивањето на ефиземи, пневмонии или туберкулоза. Во одредени случаи се утврдени и појави на канцерогени заболувања, иако за тоа не постојат сигурни докази.

Од претходно изнесените податоци се гледа дека во секој случај металичните прадини се далеку поопасни со нивната биолошка штетност, отколку експлозивноста.

Една од најстарите професионални белодробни болести што се јавуваат кај луѓето кои долги години вдишувале прашина е силикозата. Таа претставува трајно оштетување на белите дробови, кое е предизвикано од силициум диоксидот кој се наоѓа во прашина. Може да се појави по 10 или по 20-30

годишно работење во рудници за минерални сировини, сечење на камен и гранит, при работа во порцеланска индустрија, копање на тунели, пескарење, заварување и сл. Вдишаната прашина навлегувајќи во белите дробови и ги уништува ензимите што ги испуштаат т.н. „станици чистачи“ што доведува до оштетување на белодробното ткиво, како што е прикажано на слика 5.1.



На почеток се јавуваат мали напукнатини (едноставна јазолна силикоза - бронхитис) при што луѓето немаат поголеми тешкотии со дишењето, но доколку премине во т.н. конгломерирана силикоза, тоа значи дека низ оштетените делови од белите дробови не може нормално да се пренесува кислород во крвта, белите дробови не се повеќе еластични и дишењето бара поголем напор прво при работа, а потоа и во мирување. Тоа придонесува за отежната работа на срцето, што може да доведе и до смрт.

Спречувањето на овие фатални појави за здравјето на луѓето е можно единствено со спречување на прашината, но кога не е можно тогаш е потребно на работниците да им се овозможи поголема заштита со носење на специјални маски за отфилтрирање на ситните честички и, секако, да бидат испратени на редовни RTG прегледи со што навремено би се откриле какви било промени на белите дробови и би се презеле соодветни заштитни мерки.

- Эксплозивност на минералната прашина

Експлозија на минералната прашина е процес во кој доаѓа до многу брзо зголемување на притисокот, како резултат на рапидното согорување на минералните честички од аеросолот. Оваа појава е својствена, пред сè, за јагленовата прашина, иако во одредени услови може да настане и кај прашините на металните руди, а пред сè на сулфидните метални руди. Иницирањето на аеросолите со запалива прашина може да настане на некој од следниве начини:

- иницијација со отворен пламен или искра;
- пропагирање со експлозија на гасови или минирање;
- спонтано согорување (самозапалување).

Во основа, експлозивноста на аеросолите е условена од следниве физички и хемиски фактори: хемискиот и минералошкиот состав, дисперзниот состав, концентрацијата на прашината, релативната влажност на воздухот, присуството на запаливи гасови и несогорливи материји во аеросолот. Со истражувањата за експлозивноста на разни метални прашини се утврдени минималните концентрации, температурите на палење и максималниот притисок на експлозијата. Резултатите од овие истражувања се прикажани во табела 5.2.

Табела 5.2. Експлозивност на металните прашини

Table 5.2. Explosivity of metal dust

Прашина Dust	Најниска експлозивна концентрација [mg/m ³] Lowest explosive concentration [mg/m ³]	Температура на палење [°C] Initial temperature [°C]	Максимален притисок [kPa] Maximum pressure [kPa]
Алуминиум - Al	25	645	614
Железо - Fe	250	425	248
Магнезиум - Mg	20	530	496
Цинк - Zn	480	600	248
Јаглен* - coal	60	610	317

*Експлозивните карактер. на јагленовата прашина се дадени за споредба

5.3. Максимално дозволена концентрација на минералната прашина во рудничката атмосфера

Според голем број експерти во оваа сфера, такви концентрации практично не постојат. Сепак, може да се каже дека при одредена концентрација на прашина во рудничката атмосфера е можно извршување на нормални работни активности, без штетни последици за здравјето на експонираните работници.

Голем број разни испитувања ширум светот се вршени со цел да се утврдат тие биолошки нештетни концентрации на минералните прашини во рудничката атмосфера. За оваа цел, во голем број земји се формирани специјализирани институции под покровителство на државите, индустријата или синдикатите. Првиот закон во оваа сфера во светски рамки е донесен во 1910 год. во САД (Public Law 61-89), со указот за формирање на специјална државна институција (Bureau of Mines) која меѓу другото била надлежна за пропишување на безбедносните норми во рудниците, како и контрола на нивното почитување. Подоцна, вакви слични институции се формирани, а прописите и стандардите се утврдени во речиси сите земји во светот со развиена рударска индустрија. Вредностите на максимално дозволените концентрации на прашина, како што претходно беше споменато, зависат од повеќе фактори, а пред сè од содржината на биолошко штетни (SiO_2 , азбест, уран...) или експлозивни компоненти во аеросолот. Концентрациите на минерална прашина, што при нормални работни активности во неограничен временски период не предизвикуваат трајни штетни последици врз здравјето на изложените рудари, се дефинираат како *максимално дозволени концентрации (МДК)* на (конкретен вид) минерална прашина во рудничката атмосфера.

Според стандардите МДК се изразуваат и како тежински (mg/m^3) и како бројни (број на честички/ cm^3) концентрации. Одредувањето на максимално дозволените концентрации на прашина во зависност од утврдената содржина на слободен SiO_2 во аерослот се врши според следниве изрази:

- за *тежинска (гравиметриска) концентрација*;
- за *респирабилна прашина*;

$$\text{МДК} = \frac{10}{\% \text{SiO}_2 + 2} \quad [\text{mg/m}^3]$$

за вкупна прашина;

$$\text{МДК} = \frac{30}{\% \text{SiO}_2 + 2} \quad [\text{mg/m}^3]$$

за бројна (кониометриска) концентрација;

$$\text{МДК} = \frac{8800}{\% \text{SiO}_2 + 5} + 10\% * \quad [\text{честички/cm}^3]$$

* поради недоволната прецизност на мерењето со кониометрите вредноста на МДК се зголемува за 10%.

Во продолжение, во табела 5.3.се дадени вредностите на МДК за минерална прашина со различна содржина на слободен SiO₂.

Табела 5.3. МДК за респирабилна минерална прашина со различна содржина на SiO₂

Table 5.3. Maximum Permitted value for respiratory mineral dust with different SiO₂ contence

Содржина на SiO ₂ во минералната прашина во % SiO ₂ cantense in mineral dust in %	Масена [mg/m ³] Mass [mg/m ³]	Бројначестички/cm ³ Number of particulates/cm ³
70÷100	0,12	110
50÷70	0,17	135
30÷50	0,25	200
15÷30	0,45	300
5÷15	1,01	600
5	1,43	880
1	3,33	1750

Врз база на најновите научни сознанија, тие ги дефинираат граничните вредности на концентрациите (МДК) на одделни контаминанти, а доколку се укаже потреба ги коригираат постоечките препорачани вредности. Врз основа на нивните препораки, рударските власти односно надлежните државни институции ги дефинираат нормите и го контролираат нивното почитување.

Во светски рамки, најшироко се прифатени препораките што ги издава ACGIH (American Conference of Government Industrial Hygienists). Оваа организација еднаш годишно ги ревидира пропишаните вредности и ги објавува

во својот билтен. Со препораките на ACGIH се специфицирани три различни категории на МДК.

Тоа се следниве категории:

1. Просечна гранична концентрација (Time Weighted Average-Threshold Limit Value, TLV-TWA) што ја претставува просечната масена концентрација за период од нормално осум часовно работно време или 40-часовна работна недела, на што скоро сите работници можат да бидат повеќекратно изложувани (ден по ден), без негативни ефекти врз нивното здравје.

2. Краткотрајна гранична концентрација (Threshold Limit Value-Short term Exposure Limit, TLV-STEL). Тоа е максималната концентрација на којашто работниците можат да бидат изложени за период од најмногу 15 минути, без притоа да се предизвика:

- а. Иритација;
- б. Хронично или трајно оштетување на ткивата;
- в. Наркоза со доволен степен да се зголеми можноста за појава на несреќни случаи, оневозможи самоспасување или материјална редукција на работната ефикасност.

Не се дозволени повеќе од четири изложувања во зоните со вакви концентрации во еден работен ден, со пауза помеѓу нив од минимум 60 минути. Истовремено, мора да се внимава просечната гранична концентрација во текот на денот да не биде надмината.

3. Моментална гранична концентрација (Threshold Limit Value-Ceiling). Концентрација која не треба да биде надмината ниту во еден момент.

Во секој случај познавањето на позитивните технички прописи во земјата и строгото почитување на истите се од суштинско значење за успешно и безбедно раководење со рударските операции.

Доста корисни заклучоци се изведени во Водичот за квалитет на воздухот и стандарди издаден од Националниот развоен одбор на Канада, во кој се сумирани најдобрите водичи за квалитет на амбиентален воздух и се вклучени најчесто употребуваните во Северна Америка.

Во повеќето случаи главната цел при одредување на препорачливите граници е да се минимизира ризикот за здравјето на целото население, на одредени сектори, како што се работниците во индустријата или поосетливи

индивидуи и професии, со цел постигнување на стандарди за квалитет што нема негативно да влијае на населението.

За прашина (цврсти честички $< 2,5\mu\text{m}$ - масен аеродинамички дијаметар), според NAAQS/EPA 2000, Национален стандард за квалитет на воздух развиена во Американската агенција за заштита на животната средина EIA изнесува $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ часовна или $65\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ за 24 часа, додека според OSHA (Организација за безбедност и здравје при работа) изнесува $1,5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, додека според канадските максимални изложувања тој стандард е $0,1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ за 1 час или $0,04\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ - годишно, според ACGIH - Американски одбор за индустриска хигиена е $3\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

За прашина (цврсти честички $< 10\mu\text{m}$ - масен аеродинамички дијаметар), според NAAQS/EPA 2000 изнесува $50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ часовна или $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ за 24 часа, додека според ACGIH изнесува $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Во период од 1996 до 2004год., работна група на Федералната агенција за животна средина за квалитет на амбиенталниот воздух од Германија, заедно со работна група од Министерството за здравство изготвија водич на вредности за квалитет на амбиенталниот воздух за 11 супстанции за индустриски сектор (канцеларии, училишта и установи). Водичот се состои од 2 дела RWI и RWII.

Првиот дел се однесува на концентрации на супстанции во внатрешниот воздух и влијанието врз индивидуите, со што се докажа дека нема влијание врз загрозувањето на здравјето на индивидуите.

Вториот дел се базира на постоечките токсиколошки и епидемиолошки погледи на супстанциите. Тоа се концентрации на супстанции кои што се приближуваат или ја надминуваат границата на можни компликации врз здравјето на индивидуите, особено за осетливи лица кои се изложени подолго време на такво влијание.

Описот на изворите, водичот и стандардите се сублимирани во табела која вклучува 546 супстанции.

Дозволено ниво на изложеност претставува максимална концентрација на супстанцијата што може да биде присутна во воздухот без да предизвика штета врз здравјето на луѓето. Тие стандарди се поставени од OSHA, Канцеларија за безбедност и здравје при работа, со цел заштита на работниците од

нарушувања на здравјето од ефектите на опасните супстанции. Тие стандарди се: 8-часовна изложеност (TWA) и краткотрајна изложеност (STEL).

Дозволено ниво на изложеност (CREL) е разработено во Калифорнија, САД, од каде што 58 органски соединенија од вкупно 79 се внесени во табелата од 546 супстанции.

Светската здравствена организација (WHO) изработи водич со 55 неоргански и органски соединенија, со цел фокусирање на канцерогени и неканцерогени супстанции. Неканцерогените вклучуваат: токсичност, репродуктивна токсичност, хемотоксичност и иритирање на грло.

Слични водичи се изработени врз основа на детални истражувања во Јапонија водич IAQ, Хонг Конг, во Германија и други.

Од повеќе меѓународни институти е разработен систем за означување на производите, како што се: Enviromental Choice Eco - Logo, Канада, Green Label-САД, Green Label plus - САД, Green Seal - САД, Green Gard - САД, Blue Angel - Германија, Emicode - Германија, Gut - Германија, Nordisc Swan - Скандинавија, Шведска, Норвешка и др.

Пресметковните вредности на контаминентот респирабилна прашина, според американскиот Green Gard Environment Institute (GEI), од 1996 г. изнесува $0,05\text{mg}/\text{m}^3$, додека за вкупна прашина (Total Dust) е $0,15\text{mg}/\text{m}^3$.

Од сите овие извештаи и испитувања од светски познати агенции за заштита на животната средина може да се заклучи дека постои широк спектар на меѓународни стандарди и водичи за амбиентален воздух, како за видот на супстанцијата така и за нивото на секоја одделна супстанција. Истото се однесува и за индустриски и за неиндустриски опкружувања. Разликите стануваат поголеми кога ќе се земат предвид неиндустриските услови, а исто така ова се однесува и за органски и за неоргански супстанции.

Кај нас во врска со загадувачките материи во амбиенталниот воздух е донесена Уредба за гранични вредности за нивоа и видови на загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и прагови на алармирање, рокови за постигнување на граничните вредности, маргини на толеранција за гранична вредност, целни вредности и долгорочни цели, се пропишуваат граничните вредности за нивоата и видовите на загадувачките супстанции во амбиентниот воздух и праговите на алармирање, роковите за постигнување на граничните вредности, маргините на толеранција за гранична вредност, во која се дадени

гранични вредности за ниво на концентрации, маргини на толеранција и рокови за постигнување на граничните вредности на суспендирани честички со големина од 10 µm прикажани во следната табела.

Табела 5.4. Суспендирани честички со големина од 10 µm - (PM₁₀)

Table 5.4. Suspended particulates with size 10 µm - (PM₁₀)

	Период за пресметување на просекот Period for average estimation	Гранична вредност Annual value	Маргина на толеранција Tolerance edge value	Датум до кога треба да се достигне граничната вредност Date until the limit value will be reached
Фаза 1 Phase 1				
24-часовна гранична вредност за заштита на човековото здравје 24 hours limit value for protection of human health	24 часа 24 hours	50 µg/m ³ PM ₁₀ , не смее да биде надмината повеќе од 35 пати во текот на една календарска година 50 µg/m ³ PM ₁₀ , should not be exceeded more than 35 times during 1 year period	20µg/m ³ (50%) 0% до 1 јануари 2012 година 20µg/m ³ (50%) 0% until 1 st of January 2012	1 јануари 2012 година 1 st of January 2012
Фаза 2² Phase 2²				
24-часовна гранична вредност за заштита на човековото здравје 24 hours limit value for protection of human health	24 часа 24 hours	50 µg/m ³ PM ₁₀ , не смее да биде надмината повеќе од 7 пати во текот на една календарска година 50 µg/m ³ PM ₁₀ , should not be exceeded more than 7 times during 1 year period	Да се изведе од податоците и да биде еквивалентна на граничната вредност во фаза 1 To be determined from data and to be equivalent to the limit values n phase 1	1 јануари 2012 година 1 st of January 2012

²Индикативните гранични вредности треба да се ревидираат во контекст на дополнителните информации за ефектите врз здравјето и животната средина, техничката изводливост и искуството од примената на граничните вредности во фаза 1.

6. ОПШТО ЗА ПОВРШИНСКИТЕ И ЛИНСКИТЕ ИЗВОРИ НА ФУГИТИВНА ПРАШИНА ВО РУДАРСТВОТО

Под фугитивна прашина се подразбираат емисиите на честичките кои се суспендирани во воздушната средина под дејство на воздушните струења или механички удари (или комбинација на двете) во релативно неограничен простор. За разлика од цврстите честички што се емитираат од оџаците и издувните цевководи на вентилациските системи, фугитивната прашина не е поврзана со специфичната локација генерирана од одредена опрема.

Примери на фугитивна прашина во рударството се емисиите на прашина создадена од процесите на откопување, товарење, транспорт и класификација на материјалот, емисиите од големите отворени површини на отворените депонии на сировини и депониите на отпадни материјали, движењето на помошната механизација до основната по рудничките патишта, процесот на дробење на материјалот.



Слика 6.1. Примери за извори на фугитивни емисии во рударството
Figure 6.1. Examples for fugitive emission sources in mining

Изворите на фугитивна прашина во рударството според геометриските карактеристики се поделени на:

- *линиски извори*, а тоа се откопните фронтови, транспортните системи и рудничките пристапни патишта, за чиешто настанување главна улога имаат придружните руднички активности на утовар / растовар на материјалот и завршното оформување на депониите;



Слика 6.2. Линиски извор на фугитивна прашина

Figure 6.2. Line fugitive emission sources

- *површински извори*, тоа се депониите на откопаните материјали, депониите за јаловина и минерални сировини, одлагалиштата за пепел, за кои главна причина за мобилизирање на честичките се воздушните струења и процесите на ерозија во непосредната близина на изворите.



Слика 6.3. Површински извор на фугитивна прашина

Figure 6.3. Surface fugitive emission sources

Негативните влијанија и појави што се јавуваат од овие ситни честички значително ја нарушуваат еколошката слика, како за рудникот така и

условуваат создавање на отежнати услови како за работа во рудниците така и врз здравјето на вработените и врз квалитетот на почвите, водите и околниот растителен и животински свет.

6.1. Извори на фугитивна прашина во РЕК Битола

6.1.1. Опис на основните руднички активности во РЕК Битола

Површинскиот коп за јаглен „Суводол“ е типичен рамничарски коп каде што по пат на отстранување на кровинските карпести маси (јаловина) се отвора и целосно се откопува продуктивниот јагленов слој. Јагленот во лежиштето се наоѓа на длабочина од 30m до 100m под земјата. Просечниот коефициент на откривка за целосно наоѓалиште изнесува 3,9 т.е. односот јаглен:јаловина = 1:3,9.

Главните активности во рудниците со површинска експлоатација во РЕК Битола, кои предизвикуваат емисии во воздухот, водата и почвата се следниве:

- вадење (дислоцирање) на вегетацијата и горниот слој;
- ископ, транспорт и одлагање на јаловина (откривка);
- ископ, транспорт, дробење и одлагање на јаглен;
- дробење на јагленот;
- Депонијата за јаглен;
- Одлагалиштето за пепел;
- пристапните руднички патишта до основната механизација;
- транспорт на опрема и материјали.

Јаловинските маси во принцип се одлагаат во претходно откопаниот простор, доколку не постојат други причини (пред сè од технолошко-техничка природа), кои условуваат дел или целата откривка да се одложи надвор од границите на копот. Според главниот рударски проект на ПК „Суводол“, дадено е истите да се одлагаат надвор од копот.

Во зависност од дебелината на слојот на јаловина над јагленот и од висината што можат да ја копаат ротобагерите, откривањето се врши во повеќе етажи. Со отстранување на јаловината се доаѓа до јагленовиот слој, кој во зависност од неговата дебелина се копа во една или повеќе етажи.

Брзината на откривањето на јаловината треба да биде поголема од онаа на јагленот, со што би се обезбедило во секое време непречено откопување на јаглен. На копот е применета високопродуктивна континуирана механизација во сите производни фази.

Основни производни капацитети инсталирани на површинскиот коп се т.н. БТО системи кои во целост работаат на електричен погон. Овие системи претставуваат заокружени технолошки целини за континуирано копање, транспорт и одлагање на јаловина или јаглен.

Тие се состојат од багер (Б), транспортна лента (Т) и одлагач (О). Работата на машините и уредите што го сочинуваат БТО системот е меѓусебно зависна и каков било застој или намален капацитет на некоја машина од системот условува запирање или намален капацитет на цел систем.

Покрај нив, се користи и помошна механизација, како што се булдожерите, разни типови на багери, камиони и слично.

Багерите се основни машини за копање и товарење на откривка (јаловина) на површинските копови. Во Рудникот „Суводол“ е применета континуирана технологија со континуирани багери. Кај овие багери во секој момент се вршат сите нивни операции: копање, полнење, транспорт и истовар на материјалот.

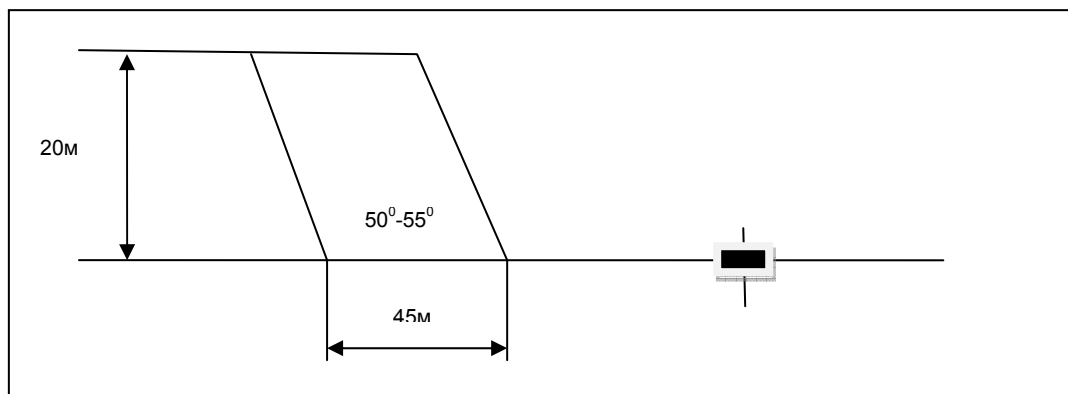
Секој багер, главно, се состои од следниве делови:

- работни делови (ротокопач со корпа со заби);
- транспортни уреди за материјалот (систем на транспортни ленти низ багерот со погонски и затезни уреди и пресипи);
- уреди за транспорт и маневрирање на багерот (погонски механизми со гасеници и др.);
- механизми за управување;
- вртлива платформа со конструкција на противтег;
- електропостројка за енергетско напојување, управување и заштита со блокади;
- опрема за противпожарна заштита.



Слика 6.4. Ископ на јаловина а) роторен багер б) претоварен уред
Figure 6.4. Soil excavation a) Baskot excavator b) transfer device

Откопувањето на јаловината се врши со багер СРс-1300 со теоретски капацитет од $4.000\text{m}^3/\text{h}$. Максималната висина на откопување во висински блок изнесува 20m и ширина на блокот е 45m, а аголот на бочната косина е $50^\circ-55^\circ$, како што е прикажано на слика 6.1.



Слика 6.5. Технолошка шема на откопување на 0-ти БТО систем
Figure 6.5. Tehnological sheme of excavation of "0" BTO system

Транспортот на јаловината се врши со транспортни ленти со ширина од 1.600mm. Одлагањето на јаловината се врши со одлагач од типот $A_2\text{PcB}-5500$ со теоретски капацитет од $5.500\text{m}^3/\text{h}$ растресита маса.



Слика 6.6. Транспортен систем за одлагање на јаловина

Figure 6.6. Belt conveyors system for unloading soil

Транспортните ленти се главно средство за транспорт во современите површински копови. Според намената, односно местото во транспортната шема, транспортните ленти можат да бидат: откопни, преодни и одложни и зависно од тоа конструктивно се разликуваат по маса, по уредите за преместување, по способноста за совладување косини и сл.

Секоја транспортна лента во принцип се состои од:

- погонска станица (електромотор, редуктор, погонски барабан, уред за затегање);
- челична конструкција со разни држачи, ролни, бришачи и гумена лента;
- елементи за носење на транспортната лента (членови).

Одлагачот е завршна машина на БТО системот, со која јаловината што доаѓа по транспортната лента се одлага во внатрешно или надворешно одлагалиште. На БТО системите за јаловина во Рудникот „Суводол“ се поставени конзолни, чекорни, дводелни одлагачи.

Ископот, транспортот и одлагањето на јаловината во рудникот моментално се врши на еден т.н. 0-БТО систем.

Симнувањето на остатокот од откривката се врши со помош на багери дреглајни *ЕШ-6/45*. Покрај овие машини за откопување на најгорниот слој од јаловината што големите роторни багери не можат да ја зафатат, се употребува и друга помала механизација (камиони, помали булдожери и сл.)



Слика 6.7. Помошна рудничка механизација ЕШ - 6/45

Figure 6.7. Auxiliary mine mechanisation ES - 6/45



Слика 6.8. Помошна рудничка механизација

Figure 6.8. Auxiliary mine mechanisation

Јагленовиот слој се откопува со една или две етажи, во зависност од дебелината и налегањето на слојот, оперативните можности на постоечката механизација и геомеханичките услови на конкретната локација. За откопување на јагленот се користат три роторни багери и тоа: 2СРс-630 и КУ-300.



Слика 6.9. Ископ на јаглен

Figure 6.9. Coal excavation

Ископот на јаглен е етажен. Багерите можат да откопуваат блокови со ширина од 25m. Правецот на откопување е кон повратната станица.

Во горната етажа во работа е багерот КУ-300 со теоретски капацитет од 2.200t/h кој е во спрега со бандвагенот БРС-5500, а багерот СРС-630 со теоретски капацитет од 1.200t/h кој е во спрега со самоодната лента БРС-1200 врши откоп на јаглен на долната етажа во висина од 10m и ширина од 25m во правец на повратната станица.

Растојанието помеѓу двата роторни багери треба да се одржува на минимум 20m.



Слика 6.10. Етажно откопување на јаглен

Figure 6.10. Coal excavation by levels

Транспортната лента е монтирана на платото на горната етажа и го транспортира јагленот од двете етажи. По откопувањето на предвидените блокови од двете етажи се врши преместување на транспортната лента со чекор од 50m, со што работниот циклус се повторува.

Јагленот се носи од Рудникот „Суводол“ на пресипно место до *Дробилична постројка* која е лоцирана на почетокот на Депонијата за јаглен, го врши прифаќањето на јаглен од рудникот кој се носи со гумените ленти со ширина од 1.600mm, брзина $V=4\text{m/s}$ и капацитет $Q=2.400\text{t/h}$. До Дробилицата јагленот доаѓа со гранулација од 0-500mm на косиот гумен транспортер, снабден со метал детектор којшто во случај на присуство на метал во јагленот ја променува насоката на движење на реверзибилниот транспортер и притоа го насочува кон бункерот за јаглен. По отстранувањето на металниот предмет со помош на временско реле автоматски се менува насоката на движење на реверзибилниот транспортер на јагленот кон дробилицата. По насочувањето кон дробилицата јагленот доаѓа на подвижниот распределен додавач, каде што зависно од положбата се транспортира. Во случај на работа на системот со капацитет од 1.250t/h и крајна лева положба на подвижниот распределен додавач јагленот се насочува на реверзибилниот гумен додавач од чија што насока на движење зависи носењето на јагленот во дробилицата II или III. При истите услови на работа и крајна десна положба на подвижниот распределен додавач од чија што насока на движење зависи носењето на јагленот во Дробилицата I или II. Со ова се овозможува работа на кои било две дробилици, а едната секогаш останува како резервна, затоа што секогаш за овој капацитет само две се во работа.

Во составот на постројката се сместени кранска мостовска дигалка и едношинска дигалка кои го овозможуваат ремонтот на опремата на постројката, и постројката за класирање на јагленот за широка потрошувачка. Јагленот во класирницата се носи од бункерот за јаглен кој преку плочест додавач се празни на гумен транспортер и се внесува во објектот на класирницата кој е одвоен од зградата на постројката - Дробилица. Целокупната Дробилична постројка е изведена со електроблокада. Во случај на „паѓање“ од погон на една од машините во постројката, автоматски се исклучуваат сите претходно вклучени багери на површинскиот коп, со што би се избегнало евентуално натрупување на материјал.

Иситнетиот јаглен од дробилиците со гранулација од 0 до 30mm (со чекани) преку собирен левак се насочува на гумен транспортер што се носи на разделната станица т.н. руднички пресип на Депонијата за јаглен.

По извршеното дробење на јагленот се врши делење на протокот на јаглен на три потоци, кои понатаму преку четири ротобагери што можат да копаат и одлагаат (РБ-1, РБ-2, РБ-3 и РБ-4) се одлага на осум рудни греди на Депонијата за јаглен.



Слика 6.11. Депонија за јаглен

Figure 6.11. Coal storage area

Во *Депонијата за јаглен* во зависност од организациската експлоатација еден дел и тоа сса 20.000t дневно преку систем на багери и коси мостови се испорачува до бункерите за јаглен во Термоелектраната, а секако другиот дел се складира на Депонијата.

- Багери РБ1 и РБ2: - 1.200t/h при копање
- Багери РБ3 и РБ4: - 2.400t/h при копање.

Во РЕК Битола најголем дел од отпадот претставуваат пепелта и згурата. Тие се создаваат во процесот на согорување на јагленот во котлите.

Создавањето на пепелта е непрекинато во текот на целата година и е директно поврзано со работата на енергетските блокови.

Како резултат на согорувањето на јагленот во ТЕ Битола годишно се создаваат околу 1.500.000t електрофилтерска пепел што се депонира на

посебно изградена депонија во рамките на Рудникот „Суводол“, која што зафаќа површина од 97.630m^2 .

Пепелта од електраната до *Одлагалиштето за пепел* се транспортира со систем на транспортни ленти. Во погон се вкупно три независни транспортни системи.

- *Одлагалиштето за пепел на одлагачка машина OM1* - зафаќа површина од 5.000m^2 и на него се врши одлагање на пепел и згура со одлагачка машина со капацитет од 250t/h , преку осум транспортери со ширина на транспортната лента од 800mm и осум пресипни места.

По одлагањето кое се врши во оформена касета се врши покривање со јаловина во висина $30\text{-}50\text{cm}$ и се растура со булдожери. Активните косини се изложени на воздушна ерозија што е главен извор на фугитивни емисии во воздухот.



Слика 6.12. Одлагалиште за пепел на OM1 и пристапен пат

Figure 6.12. Ash dumping area from OM1 and access road

- *Одлагалиште за пепел на одлагачка машина OM2* - на кое се врши одлагање на пепел и згура на површина од 7.500m^2 со одлагачка машина OM2 со капацитет од 250t/h преку седум транспортери со ширина на транспортната лента од 800mm и осум пресипни места. На завршените косини на одлагалиштето се врши рекултивација со багремови дрва, додека активните површини се исто така изложени на воздушна ерозија, па при струење на ветерот со брзина поголема од 10m/sec се врши дисперзија на прашина во

кругот на РЕК Битола, што посебно штетно влијае и на опремата и на здравјето на вработените.

Дополнителни извори на фугитивни емисии и на ова одлагалиште се движењата на возилата и механизацијата што се користи за одржување на системите.



Слика 6.13. Одлагалиште за пепел на OM2

Figure 6.13. Ash dumping area from OM2

- *Одлагалиште за пепел на одлагачка машина OM3* - каде што одлагањето на пепелта и згурата се врши со девет транспортери и десет пресипни места со капацитет на транспортерите и одлагачката машина од 500t/h. Ширината на транспортните ленти е 1.200mm. Одлагањето се врши на површина од 25.000m², каде што главен извор на фугитивна емисија се активните косини на одлагалиштето. Останатиот дел од одлагалиштето се покрива со јаловина со висина на слојот од 30 до 50cm, но секогаш во процесот на производство како рудничка операција остануваат непокриени површини од околу 3.000-4.000m² што претставува дополнителен извор на фугитивна прашина.

Како што беше наведено и за претходните две одлагалишта, така и овде дополнителен извор на фугитивни емисии се движењата на возилата и

механизацијата за одржување на системот, но како главен извор останува воздушната ерозија на одлагалиштето поради одлагање на терен и на неправилно оформената касета за одлагање.



ОСлика 6.14. Одлагалиште на пепел на ОМЗ

Figure 6.14. Ash dumping area from ОМЗ

На сите три одлагалишта за пепел и шљака постојат вкупно 37 транспортери со вкупна должина од 10.000m и се користат транспортни ленти во должина од 20km.

Најголем дел од пепелта, околу 90%, се одлага со транспортерот Т-9/3, кој е изведен како преместувачки и се наоѓа на северниот дел од просторот за складирање на пепелта и се наоѓа на Одлагалиштето за пепел на ниво ссa 668m n.v.- 670m n.v.

По транспортерот Т-9/3 се движи одлагачот со гасеници, со вртлива стрела со должина 30m.

Пресипните места и транспортерите на јаглен и јаловина чии што местоположби и бројност се променливи во зависност од планот на ископ, конфигурацијата на теренот и нужноста што произлегува од рудничките операции и приоритети, се голем извор на фугитивни емисии на прашина во рудниците кои имаат негативно влијание врз рудничката опрема, здравјето на вработените и храната што се произведува во Пелагонискиот регион.

Ориентациона должина на транспортерите низ рудниците е 20km со некаде околу 80 пресипни места.



Слика 6.15. Транспортна лента

Figure 6.15. Belt conveyor

И покрај воведувањето на одредени усовршувања на транспортерите заради спречување на бочните искусувања на транспортните ленти, поставување на бришачи на транспортерите од погонските станици и оневозможувањето на враќање на материјалот по транспортерот, сепак со примената на постоечката технологија и опремата што се користи за работа не е одбрано оптимално решение со кое би се спречила фугитивната емисија на прашина.

Пристапни патишта до основната механизација - како неасфалтирани површини, неопходни целини на кои број постојано им се зголемува во текот на експлоатацијата на рудниците, имајќи го предвид поместувањето на рудничката опрема и проширувањето на рудниците за ископ тие се еден од главните извори на фугитивна емисија на прашина заради постојаното движење на разни видови на возила и помошна механизација. Нивната должина е повеќе од 25km и ширина од 6 до 12m.



Слика 6.16. Пристапни руднички патишта
Figure 6.16. Mine access roads

7. ПРОЦЕНА НА ФУГИТИВНИТЕ ЕМИСИИ

7.1. Техники за проценка на емисиите на штетни материи

Агенцијата за заштита на животната средина на САД (USEPA) има издадено збирка на фактори на емисија на загадувачи на воздухот позната под насловот AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources*), што се користи како материјал за проценка на емисиите на загадувачки материи во воздухот од разни извори. Австралиското Министерство за животна средина, води, наследство и уметност има издадено неколку водичи за техники за проценка на емисиите (ТПЕ) од различни извори на загадувачки материи. Во овој магистерски труд ќе бидат претставени техниките за проценка на емисиите во рударството (фугитивна прашина), техниките за проценка на емисиите од тркалата од неасфалтирани патишта, разновиден трансфер и транспорт со лента, ерозија од ветер од активни депонии на јаглен и ерозија од ветер од други изложени области - Одлагалиште на пепел.

7.1.1. Техники за проценка на емисиите во рударството

7.1.1.1. Емисии во воздухот

Основните емисии во воздушната средина кај површинската експлоатација на минерални сировини се состојат од прашината од ветерот и од производите на согорувањето од рудничкиот транспорт, од електраните во рудникот (ако постојат такви) и од минирањето. Детален водич за праговите на пријавување на емисиите се прикажани во Водичот на Националниот катастар на загадувачи (National Pollutant Inventory) на австралиското Министерство за животна средина, води, наследство и уметност.

Во најголем број случаи фугитивните емисии може да се проценат со користење на фактори на емисии, кои кога се комбинираат со информации специфични за локацијата (на пр. кал /мил/ и содржина на влага во материјалот кој се обработува) може да се искористат за одредување на емисиите од посебните операции што се анализираат.

7.1.1.2. Фактори на емисија на AP-42

Фактор на емисија е репрезентативна вредност што се обидува да ја поврзе вредноста на ослободениот загадувач во атмосферата со активната поврзана со ослободувањето на тој загадувач. Овие фактори вообичаено се изразуваат како маса на загадувачот поделена со масата на единицата, растојанието, или траењето на активната што го емитува загадувачот (на пр. килограми на емитирани честички на мегаграм согорен јаглен). Во повеќето случаи овие фактори едноставно се земаат како просечни вредности од сите достапни податоци со прифатлив квалитет и генерално се претпоставува дека се репрезентативни за долготрајни просечни вредности за сите активности во изворната категорија (т.е. просек на популацијата).

Општата формула за процена на емисиите е:

$$E = A \cdot EF \cdot \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \quad (7.1)$$

каде се:

E - емисии,

A - капацитет,

EF - фактор на емисија,

ER - вкупна ефикасност за намалување на емисиите, [%].

AP-42, **Збирка на факторите на емисии на загадувачи на воздухот** на USEPA (Агенција за заштита на животната средина на САД) се издава уште од 1972 година како примарна збирка на информации за фактори на емисија на USEPA. Таа содржи информации за факторите на емисија и за процесите за повеќе од 200 категории на извори на загадувачи на воздухот. Категорија на извор е специфичен индустриски сектор или група на слични извори на емисии. Факторите на емисии се развиени и собрани од изворни податоци на тестирања, студии за рамнотежа на материјали и инженерски процени. Најмногу работа за развој на факторите на емисии за фугитивните емисии е преземена во САД (USEPA 1985, USEPA 1990). Одредена работа е исто така преземена во Австралија (SPPC 1986, NERDDC 1998). Иако австралиската работа не е ни приближно толку сеопфатна како американската, таа е корисна

бидејќи потврдува дека американските фактори на емисија се релевантни и за други услови (во овој случај австралиски услови) под услов да се користат соодветни вредности на променливите.

Факторите на емисија што се дадени во овој магистерски труд треба да се употребуваат со внимателност. Треба секогаш да се земе предвид опсегот на условите во кои се развиени факторите за да се процени дали факторите се погодни за одредена активност што се зема предвид. (За помош во процената на погодноста на специфичен фактор на емисија за одредени операции, во делот „Индивидуални равенки за факторите на емисија“ може да се најде детален опис на изворите на различни фактори на емисија кои се прикажани.)

Конечно, вреди да се спомне дека факторите на емисија на USEPA се објавуваат во голем број референци и често се земаат како референтни податоци на различни начини. Поглавјата од AP-42 се ажурираат редовно и се достапни на веб-страницата на USEPA². Овде се дадени податоци од верзијата на AP-42, поглавје 11, кое е реформатирано во 1995 година. Некои автори тоа го даваат како USEPA (1995). Ова поглавје на AP-42 ја вклучува работата направена во доцните 70-ти и 80-ти години на минатиот век.

7.1.1.3. Рејтинг на факторите на емисија

Многу објавени фактори на емисија имаат поврзан код на рејтингот на факторот на емисија (EFR). Овие кодови на EFR се засновани на системите за рејтинг развиени од Агенцијата за заштита на животната средина на САД (USEPA) и од Европската агенција за животна средина (EEA). Како последица на тоа, рејтинзите може да не се директно релевантни за македонската индустрија.

При користење на факторите на емисија треба да се имаат предвид поврзаните EFR кодови и што тие рејтинзи значат. Рејтингот А или В означува поголем степен на сигурност од рејтингот D или E. Колку е помала сигурноста, толку е поверојатно дека дадениот фактор на емисија за специфичен извор или категорија не е репрезентативен за типот на изворот. И покрај овие рејтинзи, главниот критериум кој влијае врз несигурноста на факторите на емисија

²[Http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42.html](http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42.html)

останува степенот на сличност меѓу избраната опрема/процес во примената на факторот и целната опрема/процес од каде е изведен факторот.

EFR системот е следен:

A – Одличен

B – Натпросечен

C – Просечен

D – Потпросечен

E – Слабо

U – Без рејтинг

Рејтинзите на факторите на емисија најдобро се карактеризирани на следниов начин:

- A = Одличен. Факторот на емисија е главно развиен од изворни податоци од тестирање со рејтинг A и B добиени од многу случајно избрани постројки во индустриската популација. Популацијата на изворната категорија е задоволително специфична за минимизирање на променливоста.
- B = Натпросечен. Факторот на емисија е главно развиен од изворни податоци од тестирање со рејтинг A и B добиени од умерен број постројки. Иако не е присутна специфична тенденција, не е јасно дали тестираните постројки претставуваат случаен примерок од индустријата. Како и кај рејтингот A, популацијата на изворната категорија е задоволително специфична за минимизирање на променливоста.
- C = Просечен. Факторот на емисија е главно развиен од изворни податоци од тестирање со рејтинг A, B и C добиени од умерен број постројки. Иако не е присутна специфична тенденција, не е јасно дали тестираните постројки претставуваат случаен примерок од индустријата. Како и кај рејтингот A, популацијата на изворната категорија е задоволително специфична за минимизирање на променливоста.
- D = Потпросечен. Факторот на емисија е главно развиен од изворни податоци од тестирање со рејтинг A, B и C добиени од мал број постројки

и може да постои причина за сомневање дека овие постројки не претставуваат случаен примерок од индустријата. Исто така, може да постои доказ за променливост во рамките на изворната популација.

- E = Слаб. Факторот на емисија е развиен од податоци од тестирање со рејтинг C и D добиени од многу мал број постројки и може да постои причина за сомневање дека постројките кои се тестирани не претставуваат случаен примерок од индустријата. Исто така, може да постои доказ за променливост во рамките на категоријата на изворната популација.
- U = Без рејтинг (се користи само во документите L&E). Факторот на емисија е развиен од изворни тестови што не се темелно проценети, истражувачки трудови, податоци од моделирање или други извори за кои може да им недостасува дополнителна документација. Податоците не мора да се „слаби“, но нема доволно информации за да се даде рејтинг на факторите според протоколот за рејтинзи.

7.1.2. Емисија на прашина од рударството

Факторите на емисија може да се искористат за процена на емисиите во животната средина од различни извори. Факторите на емисија ја поврзуваат количината на материја емитирана од изворот со одредена мерка на активност поврзана со овој извор. Вообичаените мерки на активноста ги вклучуваат поминатото растојание, количината на материјалот што се обработува или траењето на активноста.

Факторите на емисија се користат за да се проценат емисиите од постројката со општата равенка:

$$E_{kpy,i} = [A_R \cdot OpHrs] \cdot EF_i \cdot \left[1 - \left(\frac{CE_i}{100} \right) \right] \quad (7.2)$$

каде се:

$E_{kpy,i}$ - стапка на емисија на загадувачот i, [kg/god],

A_R - капацитет, [t/h],

OpHrs - работни часови, [h/god],

EF_i- неконтролиран фактор на емисија на загадувачот i, [kg/t],

CE_i- вкупна ефикасност на контролата на загадувачот [%].

Ако не се користат контроли на емисијата, равенката се редуцира на:

$$E_{kpy,i} = [A_R \cdot OpHrs] \cdot EF_i \quad (7.3)$$

каде се:

E_{kpy,i} - стапка на емисија на загадувачот i, [kg/god],

A - капацитет, [t/h],

OpHrs - работни часови, [h/god],

EF_i - неконтролиран фактор на емисија на загадувачот i, [kg/t].

За фугитивните емисии на честички и метали, факторите на неконтролирана емисија се дадени во делот „Експлоатација на јаглен“ и „Експлоатација на металични минерали“. Ефикасноста во намалувањето на емисијата за одреден опсег на мерки за контрола на прашината се дадени во делот „Технологии на контрола“.

7.1.2.1. Експлоатација на јаглен

Главната емисија во воздухот од експлоатацијата на јаглен е фугитивната прашина. Рударските операции може да се сметаат како серија на операции на одредени единици (на пр. операции на дреггајни, операции на багери, транспорт на материјали со камиони). Табелата 7.1. ги дава формулите за факторите на емисија и основните фактори на емисија за емисиите на вкупно суспендирани честички (TSP) и PM₁₀ од експлоатацијата на јаглен. Детално објаснување за начинот на кој се одредени овие фактори и формули е даден во делот „Индивидуални равенки за факторите на емисија“. Формулите за емисиите треба да се користат онаму каде што постојат податоци специфични за локацијата, како што се содржина на кал и влага. Инаку, може да се користат основните фактори на емисија.

Пресметка на емисиите на PM_{10}

Сите формули за факторите на емисија и основните фактори на емисија наведени во табелата 7.1. се за неконтролирани емисии. Делот „Технологии за контрола“ дава информации за ефикасноста на методите за контрола. Овие информации може да се вметнат во пресметката на емисиите, како што е наведено во равенката 7.2. Пресметката на емисиите на PM_{10} станува процес во пет чекори:

1. Идентификација на изворите на емисија.
2. Добивање информации за размерот на активностите (т.е. потребните основни податоци за примена на формулата).
3. Примена на релевантните формули за факторот на емисија за PM_{10} или основните фактори на емисија од табелата 7.1. за податоците за активност (со користење на формулата 7.3.). Погодна замена за пресметка на емисиите за поминати километри на возилото (VKT) може да биде одредувањето на потрошувачката на гориво кај различни типови на опрема. Со користење на вообичаената ефикасност на горивото треба да биде можно да се одреди вкупниот VKT.
4. Каде што е можно, треба да се применат факторите за намалување на ефикасноста на контролата дадени во делот „Технологии за контрола“ (со користење на формулата 7.2.).

Во однос на контролата на емисиите на PM_{10} , во отсуство на мерени податоци или на знаење за ефикасноста на собирање за одредена опрема, треба да се користи ефикасност од 90% во формулата за процена на емисиите за да се пресметаат вистинските емисии на маса. Оваа основна вредност треба да се користи само ако нема друга достапна ефикасност на контролата.

Пресметка на емисиите на метали

Сличен процес може да се примени за пресметка на оние метали за кои е потребно пријавување, освен што, во овој случај, ќе треба да се користат формулите за емисии или факторите на емисии на TSP наместо оние за PM_{10} . Процесот за пресметка на емисиите на метали е:

1. Идентификација на изворите на емисија (како кај PM_{10}).
2. Добивање информации за размерот на активностите (како кај PM_{10}).
3. Примена на релевантната формула или фактор на емисија за TSP за активноста.
4. Процена на емисиите на метали. Емисиите на метали може да се проценат како дел од емисиите на TSP, врз основа на достапните податоци од анализите.
5. Онаму каде што е применливо треба да се применат факторите за намалување на ефикасноста на контролата во делот „Технологии за контрола“.

Табела 7.1. Формули за факторите на емисија и основни фактори на емисија за различни операции во рудниците на јаглен
Table 7.1. Emission Factor Equations and Default Emission Factors for Various Operations at Coal Mines

Операција/ Активност/ Operation/ Activity	TSP формула/TSP Equation	PM ₁₀ формула/ PM ₁₀ Equation	Основен фактор на емисија на TSP/ TSP Default Emission Factor	Основен фактор на емисија на PM ₁₀ / PM ₁₀ Default Emission Factor	Однос на PM ₁₀ /TSP врз основа на факторот на емисија/ PM ₁₀ /TSP Ratio based on Emission Factors	Единици/ Units	Рејтинг на факторот на емисија/ Emission Factor Rating
Камиони кои истовараат раскривка/ Trucks (dumping overburden)	---		0,012	0,0043	0,35	kg/t	---
Камиони кои истовараат јаглен/Trucks (dumping coal)	---	---	0,010	0,0042	0,42	kg/t	---
Прашина создадена од тркала од неасфалтирани патишта/Wheel Generated Dust from Unpaved Roads	$EF = k \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^A \cdot \frac{\left(\frac{W}{3}\right)^B}{\left(\frac{M}{0,2}\right)^C}$ Каде/Where k = 2,82	Како за TSP, со користење K= 0,733/ As for TSP, using k= 0.733	3.88	0.96	0.25	kg/VKT	---
Истовар на депонии/ Loading stockpiles	---	---	0,004	0,0017	0,42	kg/t	---
Товарање од депонии/ Unloading from stockpiles	---	---	0,03	0,013	0,42	kg/t	---

Товарање на возови/Loading to trains	---	---	0,0004	0,00017	0,42	kg/t	---
Различни претоварни места/ Miscellaneous transfer points	$EF = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4}$ Каде/Where k = 0,74	Како за TSP, со користење k= 0,35/ As for TSP, using k = 0.35	0.00032	0.00015	0.47	kg/t	---
Ерозија од ветрот/Wind erosion	---	---	0,4	0,2	0,5	kg/ha/h	---
Багери/товарни лопати (на раскривка)/ Excavators/Shovels (on overburden)	$EF = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4}$ k = 0,74	Како за TSP, со користење k= 0,35/ As for TSP, using k = 0.35	0,025	0,012	0,47	kg/t	C
Багери/товарни лопати (на јаглен)/ Excavators/Shovels (on coal)	$EF = k \cdot 0,0596 \cdot M^{-0,9}$ Со користење/Using k = 1,56	Како за TSP, со користење k= 0,75/ As for TSP, using k = 0.75	0,029	0,014	0,48	kg/t	C
Минирање/ Blasting	$EF = 344 \cdot A^{0,8} \cdot M^{-1,9} \cdot D^{-1,8}$	Како за TSP, со множење со 0,52 As for TSP, Multiplying by 0,52	---	---	0,52	kg/ekspl./ kg/blast	C

[†] Види го делот „Индивидуални равенки за факторите на емисија“ за детални информации за изворите на овие фактори на емисија и формулите за процена на емисиите

¹U – средна брзина на ветрот во m/s; M – содржина на влага во %; W – нето маса на возилото во тони; D = длабочина на минските дупкотини во метри;

VKT – поминати километри на возилото; s – содржина на кал во %; S – средна брзина на возилото во km/h;

Експоненти за „Прашина создадена од тркала од неасфалтирани патишта“

A = 0,8 (за PM₁₀) и 0,8 (за TSP) B = 0,4 (за PM₁₀) и 0,5 (за TSP) C = 0,3 (за PM₁₀) и 0,4 (за TSP)

7.1.2.2. Експлоатација на металични минерали

Како и при експлоатацијата на јаглен, главната фугитивна емисија од експлоатацијата на металични минерали е прашината, од која фракцијата PM_{10} треба да се пријавува според National Pollutant Inventory. Известувањето се активира од употребата на гориво на постројката. Како дополнение, емисиите на одредени метали ќе треба да се пријават ако употребата на горивото ги надмине дефинираните прагови. Во овој случај ќе треба да се пресметаат вкупните емисии на суспендирани честички (TSP) (како дополнение на емисиите на PM_{10}) за да се одредат емисиите на метали (види го делот „Експлоатација на јаглен“ за методот за пресметка на овие емисии).

Многу од активностите во металичните рудници ќе бидат исти како во експлоатацијата на јаглен. Во овие ситуации, треба да се употребуваат факторите на емисија за експлоатација на јаглен и равенките дадени во делот „Експлоатација на јаглен“. Табелата 7.2. ги дава основните фактори на емисија за специфичните активности поврзани со експлоатацијата на металични минерали. Табелата ги претставува факторите на емисија за руди со висока влажност³ и руди со ниска содржина на влага. Опис на изворите на овие фактори на емисија е даден во делот „Индивидуални равенки за факторите на емисија“.

Сите фактори се за неконтролирани емисии. Делот „Технологии за контрола“ дава информации за ефикасноста на методите за контрола. Овие информации може да се вклопат во пресметката на емисиите со користење на формулата 7.2.

³ Општо, руда со висока влажност се смета таа што или природно или како резултат на дополнителна влажност во примарната дробилка (вообичаено) има содржина на влага од повеќе од 4% според маса. Сепак, постојат и исклучоци. За боксит, прагот за висока влажност е 5%.

Табела 7.2. Основни фактори на емисија за различни операции во рудниците на металични минерали⁴

Table 7.2. Default Emission Factors for Various Operations at Metalliferous Mines

Операција/Активност/ Operation/Activity	Основен фактор на емисија на TSP/ TSP Default Emission Factor	Основен фактор на емисија на PM ₁₀ / PM ₁₀ Default Emission Factor	Однос на PM ₁₀ /TSP/ PM ₁₀ /TSP Ratio	Основен фактор на емисија на TSP/ TSP Default Emission Factor	Основен фактор на емисија на PM ₁₀ / PM ₁₀ Default Emission Factor	Однос на PM ₁₀ /TSP/ PM ₁₀ /TSP Ratio	Единици (по активност)/ Units (per activity)	Рејтинг на факторот на емисија/ Emission Factor Rating
	Руди со висока содржина на влага/High Moisture Content Ores			Руди со ниска содржина на влага/Low Moisture Content Ores				
Примарно дробење/ Primary crushing	0,01	0,004	0,4	0,2	0,02	0,1	kg/t	C
Секундарно дробење/ Secondary crushing	0,03	0,012	0,4	0,6	Н/П	/	kg/t	D
Терциерно дробење/ Tertiary crushing	0,03	0,01	0,33	1,4	0,08	0,06	kg/t	E
Влажно дробење (мелење)/Wet grinding (milling)	0	0		0	0		kg/t	
Суво мелење со воздушен транспорт или класификација/ Dry grinding with air conveying or classification	14,4	13	0,9	14,4	13	0,9	kg/t	C
Суво мелење без	1,2	0,16	0,13	1,2	0,16	0,13	kg/t	D

⁴ Види го делот „Индивидуални равенки за факторите на емисија“ за детални информации за изворите на овие фактори на емисија

воздушен транспорт или класификација/ Dry grinding without air conveying or classification								
Сушење (сите минерали освен титаниумови/ циркониумови песоци)/Drying (all minerals except titanium / zirconium sands)	9,8	5,9	0,6	9,8	5,9	0,6	kg/t	C
Ракување на суровината, пренос и транспорт со лента ⁵ / Handling, transferring, and conveying including wheel and bucket reclaimers (except bauxite)	0,005	0,002	0,4	0,06	0,03	0,05	kg/t	C
Сеење/Screening	/	/	/	0,08	0,06	0,75	kg/t	C
Боксит/алуминиум/ Bauxite/alumina				0,6	Н/П		kg/t	C

Н/П = нема вредност

⁵ Факторите важат за секоја работна активност

7.1.3. Технологии за контрола

Постојат бројни начини за контрола на емисиите на прашина од рударските операции. Повеќето техники за контрола на прашината вклучуваат употреба на водени распрскувачи за одржување на влажноста на површините, но постојат исто така и други методи. Во табелата 7.3. се собрани методи кои се користат и влијанието што го имаат за намалување на емисиите на прашина (Holmes Air Sciences, 1998). Тие се составени од факторите за контрола документираны во USEPA (1998) и Бјоникор и Дејвис (1992).

Намалувањето на емисиите прикажано во табела 7.3. може да се примени за предвидените неконтролирани емисии (изведени со користење на факторите на емисии и равенките дадени во табелите 7.1. и 7.2.) со користење на равенката 7.2., како што е опишано во делот „Експлоатација на јаглен“.

Табела 7.3. Проценети фактори на контрола за различни рударски операции

Table 7.3. Estimated Control Factors for Various Mining Operations

Операција/Активност/Operation / Activity	Метода за контрола и намалување на емисијата ⁶ /Control method and emission reduction
Рудници за јаглен/Coal Mines	
Скрепери на хумус/Scrapers on topsoil	50% контрола кога почвата е природно или вештачки навлажнета/50% control when soil is naturally or artificially moist
Дозери на јаглен или друг материјал/Dozers on coal or other material	Нема контрола/No control
Дупчење/Drilling	99% за текстилни филтри/ 99% for fabric filters 70% за водени распрскувачи/ 70% for water sprays
Минирање јаглен или раскривка/Blasting coal or overburden	Нема контрола/No control
Товарање камиони/Loading trucks	Нема контрола/No control
Транспорт/Hauling	50% за наводнување од ниво 1 (2 l/m ² /h)/ 50% for level 1 watering (2 litres/m ² /h) 75% за наводнување од ниво 2 (>2 l/m ² /h)/ 75% for level 2 watering (> 2 litres/m ² /h)
Истовар на камиони/Unloading trucks	70% за водени распрскувачи/ 70% for water sprays
Дреглајни/Draglines	Контрола на прашината со минимизирање на висината на паѓање/ Control dust by minimising drop height

⁶ Контролите се мултиплицираат кога се применува повеќе од една контрола за специфична операција или активност. На депониите. На пример, водените распрскувачи употребени заедно со ветробраните даваат емисија која е $0,5 * 0,7 = 0,35$ од неконтролираната емисија (т.е. 50% од 70% од вкупните неконтролирани емисии).

Депонирање на депонии/Loading stockpiles	50% за водени распрскувачи/ 50% for water sprays 25% за преден дел за таложење со променлива висина / 25% for variable height stacker 75% за телескопска сипка со водени распрскувачи/ 75% for telescopic chute with water sprays 99% за тотална затвореност/ 99% for total enclosure
Товарање од депонии/Unloading from stockpiles	50% за водени распрскувачи (освен за подземно товарање, тогаш нема потреба од контрола)/ 50% for water sprays (unless underground recovery then, no controls needed)
Ерозија од ветер од депониите/Wind erosion from stockpiles	50% за водени распрскувачи/ 50% for water sprays 30% за ветробрани/30% for wind breaks 99% за ре-вегетација (само раскривка) или тотална затвореност/ 99% for re-vegetation (overburden only) or total enclosure
Товарање на возови/Loading to trains	70% за затвореност/70% for enclosure 99% за затвореност и за употреба на текстилни филтри/ 99% for enclosure and use of fabric filters
Разновиден пренос и транспорт со лента/Miscellaneous transfer and Conveying	90% контрола дозволена за водени распрскувачи со хемикалии/ 90% control allowed for water sprays with chemicals 70% за затвореност/70% for enclosure 99% за затвореност и употреба на текстилни филтри/ 99% for enclosure and use of fabric filters
Рудници на металични минерали/Metalliferous Mines	
Сите активности наведени во табела 7.2/ All activities listed in Table 7.2	30% за ветробрани/30% for windbreaks 50% водените распрскувачи да ја одржуваат рудата влажна/ 50% water sprays to keep ore wet 65% за заштита со циклони/ 65% for hooding with cyclones 75% за заштита со прочистувачи на гас/ 75% for hooding with scrubbers 83% за заштита со текстилни филтри/ 83% for hooding with fabric filters 100% затворено или подземно/ 100% enclosed or underground
Задржување во копот/Pit retention	50% за TSP/50% for TSP 5% за PM ₁₀ /5% for PM ₁₀

Извор: Holmes Air Sciences (1998)

7.1.4. Издувни гасови од возилата

За возилата, техниките за процена на емисиите се подетално опишани во поглавјето за техники за процена на емисиите за мотори со внатрешно согорување. Во овој дел ќе биде даден само краток вовед за факторите на емисија.

Движењето на возилата врз разни површини води кон емисии на честички - Particulate matter (PM_{10})-кои може да се сметаат како 100% PM_{10} . Емисиите од издувните гасови содржат опсег на материји наведени на списокот на NPI, вклучувајќи ги PM_{10} , јаглерод моноксид (CO), испарливите органски компоненти (VOC), сулфурен диоксид (SO_2), разни органски компоненти и оксиди на азот (NO_x). Факторите на емисија за различните рударски возила се претставени во табела 7.4.

Дизелот би се употребил за рударските операции во голем број извори (вклучувајќи ги и тие наведени погоре) и емисиите треба да се пресметаат со користење на следните општи процеси за пресметка:

1. Треба да се одреди вкупното дизел гориво што се троши на локацијата. За повеќето локации на рудници, тоа би било еднакво на количината на дизел гориво што се пријавува во распоредот за намалување на дизел горивото. Ако се користи дизел гориво кое не е опфатено со овој распоред, тогаш постројките ќе треба да ја утврдат вкупната количина на дизел гориво што се користи на локацијата со додавање на дизел горивото опфатено со распоредот за намалување на дизел горивото на другото дизел гориво што се користи.
2. Треба да се процени соодносот на дизел горивото што се користи во секоја од активностите кои се наведени. Се зема дека повеќето постројки не водат детални записи за потрошувачката на дизел гориво, освен вкупната потрошена количина (или купена). Затоа треба да се претпостави (на пр. врз основа на приближните работни часови) каде (на пр. во кои активности) се троши дизел гориво. За повеќето постројки е веројатно дека ќе се добие разумна карактеризација на емисиите од овие извори ако соодносот на дизел горивото што се користи во секоја од наведените активности може да се одреди на најблиските 10% од вкупната потрошувачка на дизел гориво (под услов, се разбира, дека вкупната е 100F, т.е. вклучувајќи го целокупното дизел гориво што се користи во постројката).

3. За секоја активност треба да се пресметаат емисиите за секој загадувач. За секој од типовите на опрема наведени во табелата 7.4. погоре количината на потрошеното дизел гориво треба да се помножи со релевантниот фактор на емисија на PM₁₀, CO, NO_x, SO₂ и VOC (види дел „Експлоатација на јаглен“ за дополнителен водич за употребата на факторите на емисија).
4. Треба да се пресметаат вкупните емисии на издувни гасови на возилата со додавање на емисиите од секоја индивидуална активност.

Табела 7.4. Фактори на издувни емисии за различни класи на рударска опрема
Table 7.4. Exhaust emission factors for various classes of mining equipment

Тип на опрема/ Equipment type	Фактор на емисија (kg/1000 литри гориво)/ Emission factor (kg/1000 litre of fuel)					
	PM ₁₀ ⁷	CO	NO _x	SO _x ⁸ (како SO ₂)/ SO _x (asSO ₂)	VOC (издувни)/ VOCs (exhaust)	Рејтинг на факторот на емисија/Emission FactorRating
Влекач со гасеници/Track type tractor	3,03	9,4	34,16	1,7	3,31	C
Влекач со тркала/Wheeled tractor	5,57	32,19	52,35	1,7	7,74	C
Дозер со тркала/Wheeled dozer	17,7	14,73	34,29	1,7	1,58	C
Скрепер/Scraper	3,27	10,16	30,99	1,7	2,28	C
Грејдер/Grader	2,66	6,55	30,41	1,7	1,53	C
Камион за користење надвор од стандардни патишта/Off- highway truck	17,7	14,73	34,29	1,7	1,58	C

Товарач со тркала/Wheeled loader	3,51	11,79	38,5	1,7	5,17	C
Товарач со гасеници/Track type loader	2,88	9,93	30,73	1,7	4,85	C

Извор: USEPA (1998), освен за SO₂ (белешка во фуснота).

¹Треба да се нагласи дека факторите на емисии за рударските активности во табелите 7.4. се изведени од мерењата што ги покриваат сите емисии на PM₁₀ поврзани со работата на единиците, вклучувајќи ги издувните емисии. За да се додадат емисиите на издувни PM₁₀ на фугитивните емисии треба да се вклучат некои мерења или двојни броења за тие активности. Сепак, ако има извори на емисии од возила кои се независни од активностите наведени во табела 7.4., факторите во оваа табела треба да се употребат за карактеризација на емисиите од овие извори.

²USEPA (1998) дава фактор на емисија за сулфурниот двооксид. Сепак, емисиите на SO₂ зависат од процентот на сулфур во горивото. Податоците од рафинеријата Калтекс (NSWEPA, 1995) означува просечна содржина на сулфур од 0,1% по маса во австралиското дизел гориво. Под претпоставка дека целиот сулфур се претвора во SO₂, тогаш за секои 1.000 литри потрошено дизел гориво се продуцираат 1,7 килограми сулфурен двооксид. Овој фактор се користи овде.

7.2. Индивидуални равенки за факторите на емисија

Овој дел дава информации за изворите на равенките за факторите на емисија и факторите на емисија претставени во табелите 7.1. и 7.2. Повеќето од равенките и факторите се извлечени од AP-42 (USEPA, 1985 и USEPA, 1998) и од студиите на NERDDC (NERDDC, 1998) и SPCC (SPCC, 1986) во Хантер Вејли во Австралија. Кога се достапни информации од двата извора (т.е. од САД и Австралија), двата се споредени и, онаму каде што е можно, се усогласени.

7.2.1. Прашина создадена од тркала од неасфалтирани патишта

Равенката дадена во AP-42 (USEPA 1998) за прашина создадена од тркала е:

$$EF_i = k_i \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^A \cdot \frac{\left(\frac{W}{3}\right)^B}{\left(\frac{M}{0,2}\right)^C}, [\text{kg/VKT}] \quad (7.4)$$

каде се:

$k_i = 2,82$ за честички со аеродинамички дијаметар помал од 30 микрометри,
 $k_i = 0,733$ за честички со аеродинамички дијаметар помал од 10 микрометри,

S - содржина на кал (мил, тиња) во површинскиот материјал, [%],

W - бруто маса на возилото, [t],

M - содржина на влага во површинскиот материјал, [%],

A - емпириска константа: 0,8 (за PM_{10}) и 0,8 (за TSP),

B - емпириска константа: 0,4 (за PM_{10}) и 0,5 (за TSP),

C - емпириска константа: 0,3 (за PM_{10}) и 0,4 (за TSP),

(i) - категорија на големина на честичката,

VKT - поминати километри на возилото (Vehicle kilometers travelled).

7.2.2. Разновиден трансфер и транспорт со лента

Вообичаен пристап за процена на емисиите од претоварните места на транспортерите со лента е да се следи пристапот на AP-42 (USEPA, 1998), што дава равенка за факторот на емисија за операциите на континуирано товарење на следниот начин:

$$E = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2} \right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2} \right)^{-1,4}, [\text{kg/t}] \quad (7.5)$$

$k = 0,74$ за честички помали од 30 микрометри,

$k = 0,35$ за честички помали од 10 микрометри,

U - средна брзина на ветрот, [m/s],

M - содржина на влага во материјалот, [%].

7.2.3. Ерозија од ветер од активни депонии на јаглен

Равенката на AP-42 за факторот на емисија за ерозија од ветрот е:

$$E = 1,9 \cdot \left(\frac{s}{1,5} \right) \cdot 365 \cdot \left(\frac{365 - p}{235} \right) \cdot \left(\frac{f}{15} \right), [\text{kg/ha/god}] \quad (7.6)$$

каде се:

s - содржина на кал (мил, тиња), [%],

p - број на денови кога врнежите се поголеми од 0,25 mm,

f - процент на време кога брзината на ветрот е поголема од 5,4 m/s на средна висина на купата.

Со земање s = 15%, p = 80 den/god и f = 30%, E = 16,821 kg/ha/god (1,92 kg/ha/h), средната вредност на SPCC (1986) за ерозија од ветрот е 0,4 kg/ha/h (3.504 kg/ha/god). Се сугерира да се усвои оваа вредност како основна во недостаток на други информации.

AP-42 (USEPA, 1998) тврди дека 50% од TSP се емитува како PM₁₀. Затоа, основниот фактор на емисија за PM₁₀ е 0,2 kg/ha/h.

7.2.4. Ерозија од ветер од други изложени области

Равенката за процена на емисиите од депонии на јаглен претставена во делот 7.2.3. може да се користи за карактеризирање на емисиите од другите изложени области.

Сепак, во недостаток на други информации, се препорачува да се усвои факторот на SPCC (1986) од 0,4 kg/ha/h за TSP. Во помал однос од активните депонии може да се претпостави дека 50% од TSP се во фракцијата PM₁₀.

7.2.5. Товарање камиони и истоварање од камиони (истовар назад)

Равенката на USEPA за товарање/истоварање е:

$$E = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2} \right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2} \right)^{-1,4}, [\text{kg/t}] \quad (7.7)$$

каде се:

$k = 0,74$ за честички помали од 30 микрометри,

$k = 0,35$ за честички помали од 10 микрометри,

U - средна брзина на ветерот, [m/s],

M - содржина на влага во материјалот, [%].

Оваа равенка ја има истата својствена тежина како што ја има при нејзината примена во експлоатацијата на јаглен: имено, проценетите емисии се многу мали. На пример, со просечна брзина на ветерот од 3,6m/s и содржина на влага од 2%, факторот на емисија е 0,0022kg/t.

За австралиските рудници истоварањето на отквивката кај рудниците за јаглен е пресметано дека создава 0,012kg/t, а товарањето на камионите со користење на товарна лопата е пресметано дека создава 0,0249kg/t (NERDDC, 1988). Затоа, равенката дава процени кои се значително помали (фактор 5 до 10 или помалку) од тоа што изгледа разумно врз основа на мерките на NERDDC. Сепак, изгледа дека единствена расположлива опција е користењето на равенката.

Треба да се нагласи дека користењето на равенките на NERDDC (1988) за отквивката кај рудниците за јаглен за процена на емисиите од ракувањето со рудата може да ги зголеми емисиите од ракувањето со рудата, со оглед на тоа што раскривката често е под влијание на временските услови и веројатно содржи повисока фракција на фин материјал за разлика од повеќето руди.

При земањето предвид на емисиите од операциите во рудниците за метални минерали, корисно е да се нагласи дека сите руди (освен бокситот) со влажност поголема од 4% по маса, без разлика дали природно или со додавање вода, се сметаат како руди со „висока влажност“. Ако рудата е со „висока влажност“ при влезот во примарната дробилница, тогаш таа ќе остане таква освен ако не се суши во процесот на обработката.

7.3. Понатамошни информации за проценка на фугитивните емисии

Секоја од техниките за проценка на емисиите треба да ги има следните влезни податоци:

- Нанос на кал (мил, тиња) на површината, $[g/m^2]$ и
- Содржина на влагата во површината, [%].

Се препорачува користење на специфични податоци за локацијата при примената на овие ТПЕ. Во отсуство на овие информации се дадени основни вредности за различни типови на почва во табела 7.5.

Табела 7.5. Основни вредности за различни типови почва за употреба со техниките за процена на емисиите при движење на возилата

Table 7.5. Basic values for different soil types for use with the vehicle movement emission estimation techniques

Тип на почва/ Soil Type	Содржина на влага/ Moisture Content (%)	Индустрија /Industry	Нанос на кал (мил, тиња)/ Silt Loading (g/m ²)
Еднообразен песок, неврзан/ Uniform sand, loose	24	Топење бакар/ Copper smelting	292
Еднообразен песок, густ/ Uniform sand, dense	16	Производство на железо и челик/ Iron and steel production	9,7
Песок со мешани зрна, неврзан/ Mixed-grain sand, loose	20	Печење асфалт/ Asphalt batching	120
Песок со мешани зрна, густ/ Mixed grain sand, dense	14	Печење цемент/ Concrete batching	12
Глацијална земја, многу измешана- зрнеста/ Glacial till, very mixed- grained	8,3	Обработка на песок и чакал/ Sand and gravel processing	70
		Општински цврст отпад/ Municipal solid waste	7,4
Мека глацијална глина/ Soft glacial clay	31	Депонии/Landfills	
Густа глацијална глина/ Stiff glacial clay	18	Каменоломи/ Quarry	8,2
Мека малку органска глина/ Soft slightly organic clay	41		
Мека многу органска глина/ Soft very organic clay	52		
Мек бентонит/ Soft Bentonite	66		

7.4. Процена на фугитивната емисија во РЕКБитола

Овој дел дава информации за изворите на равенките за факторите на емисија и факторите на емисија претставени во претходно дадените табели. Повеќето од равенките и факторите се извлечени од AP-42 (US EPA, 1985 и US EPA, 1998) и од студиите на NERDDC (NERDDC, 1998) и SPCC (SPCC, 1986) во Хантер Вејли во Австралија. Кога се достапни информации од двата извори (т.е. од САД и Австралија), двата се споредени и, онаму каде што е можно, се усогласени.

Врз основа на тоа се пресметани факторите на емисија создадена од:

- прашина создадена од тркала од неасфалтирани патишта;
- разновиден трансфер и транспорт со лента;
- ерозија од ветер од активни депонии на јаглен;
- ерозија од ветер од други изложени области;
- товарење камиони и истоварање од камиони (истовар назад).

7.4.1. Пресметка на емисионите фактори со користење на равенките за пресметка на емисионите фактори

7.4.1.1. Прашина создадена од тркала од неасфалтирани патишта

Според равенката дадена во AP-42 (USEPA, 1998) за прашината создадена од тркала е:

$$EF_i = k_i \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^A \cdot \frac{\left(\frac{W}{3}\right)^B}{\left(\frac{M}{0,2}\right)^C}, [\text{kg/VKT}]$$

каде се:

$k_i = 2,82$ за честички помали од 30 микрометри аеродинамички дијаметар,

$k_i = 0,733$ за честички помали од 10 микрометри аеродинамички дијаметар,

S = содржина на кал (мил, тиња) на површинскиот материјал, %,

 W = бруто маса на возилото, t,

 M = содржина на влага на површинскиот материјал, %,

 A = емпириска константа: 0,8 (за PM_{10}) и 0,8 (за TSP),

 B = емпириска константа: 0,4 (за PM_{10}) и 0,5 (за TSP),

 C = емпириска константа: 0,3 (за PM_{10}) и 0,4 (за TSP),

 (i) = категорија на големина на честичката,

 VKT = поминати километри на возилото (Vehicle kilometers travelled).

Со користење на основните вредности за содржината на кал (мил, тиња) од 10%, бруто маса на возилото од 30t и содржина на влага од 2%, се добиваат:

- основната вредност на факторот на емисија на TSP е:

$$EF_{30} = 2.82 \cdot \left(\frac{10}{12}\right)^{0.8} \cdot \frac{\left(\frac{30}{3}\right)^{0.5}}{\left(\frac{2}{0.2}\right)^{0.4}} = 3.1 kg / VKT$$

- основниот фактор на емисија за PM_{10} е:

$$EF_{30} = 0.733 \cdot \left(\frac{10}{12}\right)^{0.8} \cdot \frac{\left(\frac{30}{3}\right)^{0.4}}{\left(\frac{2}{0.2}\right)^{0.3}} = 0.6 kg / VKT$$

7.4.1.2. Разновиден трансфер и транспорт со лента

Вообичаен пристап за процена на емисиите од претоварните места на транспортерите со лента е да се следи пристапот на AP-42 (USEPA, 1998), што дава равенка за факторот на емисија за операциите на континуирано товарење на следниот начин:

$$E = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4} \text{ [kg/t]}$$

k = 0,74 за честички помали од 30 микрометри

k = 0,35 за честички помали од 10 микрометри

U = средна брзина на ветерот (m/s)

M = содржина на влага на материјалот (%).

Ако во равенката се вметнат нормалните вредности за јаглен (на пр. U = 3,6 m/s и M = 10%) тогаш се добива: E е 0,00011kg/t за PM₁₀.

$$E = 0.74 \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{3.6}{2,2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{10}{2}\right)^{-1,4} = 0.0002 \text{ kg / t}$$

и за k=0,35, се добива:

$$E = 0.35 \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{3.6}{2,2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{10}{2}\right)^{-1,4} = 0.0001 \text{ kg / t}$$

7.4.1.3. Ерозија од ветер од активни депонии на јаглен

Равенката на AP-42 за факторот на емисија за ерозија од ветерот е:

$$E = 1,9 \cdot \left(\frac{s}{1,5}\right) \cdot 365 \cdot \left(\frac{365-p}{235}\right) \cdot \left(\frac{f}{15}\right) \text{ [kg / ha / god]}$$

Каде се:

s - содржина на кал (мил, тиња) (%),

p - број на денови кога врнежите се поголеми од 0,25 mm,

f - процент на време кога брзината на ветерот е поголема од 5,4 m/s на средна висина на купата.

со земање s = 10%, p = 90 ден/год. и f = 30%, се добива факторот на емисија за TSP:

$$E = 1,9 \cdot \left(\frac{0,1}{1,5} \right) \cdot 365 \cdot \left(\frac{365 - 90}{235} \right) \cdot \left(\frac{0,3}{15} \right) = 10.820 [kg / ha / god] = 1.235 kg / ha / h$$

Средната вредност на SPCC (1986) за ерозија од ветрот е 0,4 kg/ha/h (3.504 kg/ha/god). Се сугерира да се усвои оваа вредност како основна во недостаток на други информации.

AP-42 (USEPA, 1998) тврди дека 50% од TSP се емитува како PM₁₀. Затоа, основниот фактор на емисија за PM₁₀ е 0,2 kg/ha/h.

7.4.1.4. Ерозија од ветер од други изложени области

Равенката за процена на емисиите од депонии претставена погоре може да се користи за карактеризирање на емисиите од другите изложени области.

Сепак, во недостаток на други информации, се препорачува да се усвои факторот на SPCC (1986) од 0,4 kg/ha/h за TSP. Во помал однос од активните депонии може да се претпостави дека 50% од TSP се во фракцијата PM₁₀=0,2 kg/ha/h.

7.4.1.5. Товарање камиони и истоварање од камиони

(истовар назад)

Равенката на USEPA за товарање/истоварање е:

$$E = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2} \right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2} \right)^{-1,4} \text{ kg/t}$$

k = 0,74 за честички помали од 30 микрометри,

k = 0,35 за честички помали од 10 микрометри,

U = средна брзина на ветрот (m/s),

M = содржина на влага на материјалот (%).

Оваа равенка ја има истата својствена тежина како што ја има во нејзината примена во експлоатацијата на јаглен: имено, проценетите емисии се многу мали.

На пример, со просечна брзина на ветерот од 3,6 m/s и содржина на влага од 10% се добиваат следниве фактори на емисија: факторот на емисија е 0,00011 kg/t.

- За TSP

$$E = 0.74 \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{3.6}{2.2}\right)^{1.3} \cdot \left(\frac{0.1}{2}\right)^{-1.4} = 0.0002 \text{ kg / t}$$

- За PM10

$$E = 0.35 \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{3.6}{2.2}\right)^{1.3} \cdot \left(\frac{0.1}{2}\right)^{-1.4} = 0,0001 \text{ kg / t}$$

За австралиските рудници истоварањето на раскривката кај рудниците на јаглен е пресметано дека создава 0,012kg/t и товарањето на камионите со користење на товарна лопата е пресметано дека создава 0,0249kg/t (NERDDC, 1988). Затоа, равенката дава процени кои се значително помали (фактор 5 до 10 или помалку) од тоа што изгледа разумно врз основа на мерките на NERDDC. Сепак, изгледа дека единствена расположлива опција е користењето на равенката.

Треба да се нагласи дека користењето на равенките на NERDDC (1988) за раскривката кај рудниците на јаглен за процена на емисиите од ракувањето со рудата може да ги зголеми емисиите од ракувањето со рудата, со оглед на тоа што откривката често е под влијание на временските услови и веројатно содржи повисока фракција на фин материјал за разлика од повеќето руди.

При земањето предвид на емисиите од операциите во рудниците на металични минерали, корисно е да се нагласи дека сите руди (освен бокситот) со влажност поголема од 4% по маса, без разлика дали природно или со додавање вода, се сметаат како руди со „висока влажност“. Ако рудата е со „висока

влажност“ при влезот во примарната дробилка, тогаш таа ќе остане таква освен ако не се суши во процесот на обработката.

7.4.2. Проценета фугитивна емисија со помош на усвоените фактори на емисија

Процената на фугитивната емисија од рударската експлоатација на јагленот направена со помош на емисионите фактори на емисија е претставена во следнава табела 7.6., каде што секако се земени предвид основните податоци за работното време и капацитетот на локациите за одлагање на јаглен и пепел, како и многубројните руднички активности на основната и помошната рудничка механизација во РЕК Битола:

- работни часови на опремата која работела на јаловина: 2.880h/god,
- работни часови на опремата која работела на јагленот: 2.860h/god,
- капацитет на јаглен: 6.430.000t/god.,
- капацитет на јаловина: 13.400.000 t/god.

Табела 7.6. Процена на фугитивна емисија од рударски операции во РЕК Битола

Table 7.6. Estimation of fugitive emission in mine operation in REK Bitola

Активност Activity	[kg/t]		Количина на материјал што се откопува од поединечна опрема Quantity of material excavated for particular device	Проценета емисија [kg/god] Estimated emission [kg/god]	
	TSP	PM10	t/god	TSP	PM10
Откопување (јаловина и јаглен) Excavation (soil and coal)					
Дреглајни Draglines	0,06	0,026	2.174.000,00	130.440	56524
Багери/ утоварачи Excavators/ loaders	0,029	0,014	1.256.000,00	36.424	17.584
Ротобагери Basket excavators	занемарливо	занемарливо	28.420.000,00		
Вкупно Total				166.864	74.108
Транспорт и депонирање	TSP	PM10	t/god	TSP	PM10

(јаловина и јаглен) Transport and unloading (soil and coal)					
Транспорт со ленти Transport by belt conveyors	0,06	0,05	2.840.000	1.705.200	1.421.000
Дробење Miling	0,2	0,02	6.500.000	1.300.000	130.000
Истовар на депони Unloading in storage areas	0,004	0,0017	6.500.000	26.000	11.050
Празнење на депонии loading from storage areas	0,003	0,0013	6.500.000	19.500	8.450
Вкупно Total				3.050.700	1.570.500
Ветрена ерозија Wind erosion	TSP [kg/h/god]	PM10 [kg/h/god]	ha	TSP [kg/god]	PM10 [kg/god]
Депонија на јаглен Coal storage area	3504	1752	2	87.600	43.800
Одлагалиште на јаловина Soil unloading area	3153,6	1576,8	178	561.341	280.670
Одлагалиште на пепел Ash unloading area	3504	1752	2,5	8.760	4.380
Вкупно Total				657.701	328.850
Збирна фугитивна емисија Summary of fugitive emission				3.875.265	1.973.458

7.5. Мерење на концентрациите на амбиенталната прашина

Една од најзначајните мерки при контрола на загадувањето е можноста загадувањето да се дефинира и измери. Неопходно е да се одреди количината на присуство на загадувачка материја, како и бројната распределба на честичките за што се употребуваат квантитативните методи на мерење (одредување на содржината на прашина/масената концентрација). Директните мерења на Депонијата за јаглен, Одлагалиштето за пепел и транспортерите за транспорт на јагленот и формирањето на Депонијата за јаглен се извршени со уредот за мерење **MICRODust pro**.

7.5.1. Податоци од извршените мерења на главните извори на фугитивна емисија на прашина во РЕК Битола

Мерењата за 24-часовни концентрации на респирабилна прашина произведена од главните извори на фугитивна прашина во РЕК Битола се направени на три клучни мерни точки во зоната на максимални активности:

- M1 - Депонија за јаглен,
- M2 - Одлагалиште за пепел,
- M3 - Транспортни ленти за јаглен.

Мерено е во разни услови на работа на системот кога:

- системот е во работа,
- системот не е во работа,

додека резултатите од мерењата се дадени во табела 7.7.

Табела 7.7. Резултати од извршени мерења

Table 7.7. Results of performed measurements

Услови на мерење Measuring conditions	Мерно место Measuring point	Датум на мерење Measuring date	Утврдена средна вредност (24h) PM10 Determined average value (24h) PM10	МДК (24h) (mg/m ³) MPV (24h) (mg/m ³)
Системот работи System in operation	M1	07.05.2011г.	0,644	0,05
	M2	11.05.2011г.	0,299	0,05
	M3	14.05.2011г.	0,437	0,05
Системот не работи System is not in operation	M1	07.05.2011г.	0,000	0,05
	M2	11.05.2011г.	0,011	0,05
	M3	14.05.2011г.	0,011	0,05

Од извршените мерења, кои се во согласност со EN 50081-1, 1992 и EN 50082-2, 1993, стандард за мерење на генерички емисии во резиденцијални, комерцијални лесни индустрии и индустриски средини, на локациите каде што е вршено мерење на концентрацијата на респорабилна прашина, според измерените дневни просечни концентрации на PM10 честички, а во согласност со МДК наведени во споменатата Уредба, утврдено е следново:

Измерени се концентрации поголеми од МДК, за што е неопходно да се преземат соодветни мерки за контрола на прашината предизвикана од главните извори на фигитивни емисии на прашина во РЕК Битола.

8. ПРИМЕНЛИВОСТ НА ЕМИСИОНИТЕ ФАКТОРИ ВО УСЛОВИ НА РЕК БИТОЛА

По извршените пресметки со помош на равенките за пресметка на емисионите фактори приспособени кон условите во РЕК Битола, креирани се модели на дисперзија со цел да се провери применливоста на пресметаните емисиони фактори.

8.1. Моделирање на дисперзијата на фугитивни емисии на прашина

8.1.1. Опис на методите за моделирање

Во текот на изработката на овој магистерски труд е проучен софтверот за моделирање на дисперзија на полутанти во воздухот DISPER - верзија 5.2.

Нумеричкиот алгоритам што се користи во DISPER 5.2 ни дава можност од правење на студии на голем број на полутанти што можат да се најдат во амбиенталниот воздух. Нумеричкиот метод користи равенки што ја пресметуваат дисперзијата на полутантите во воздухот.

Софтверот ги прима метеоролошките податоци со кои може да формира крива на загадување. Софтверот ја пресметува концентрацијата на полутантите произлезена од секој од посочените извори земајќи ја предвид концентрацијата и состојбата на ветерот. Тој дава временски просечна вредност (дневна, месечна или годишна), така што може да се пресмета просечната концентрација во секоја точка од изложената област.

Системот DISPER 5.2 има таков систем на симулации на процесите што им овозможува брз и практичен систем за пресметка на дисперзија на полутанти во воздухот на почетници и на експерти програмери. Програмата се заснова на оперативен систем Microsoft Windows и работи брзо и ефикасно, само со помош на глушец и графички прозорец. Може да се каже дека со висока точност софтверот Disper 5.2 е најдобра алатка што води нумеричка симулација од разни процеси на загадувања на воздухот. Без некакво претходно искуство на корисникот за симулирање, првите резултати се добиваат за неколку минути.

Во прирачникот се објаснети употребата и можностите на DISPER 5.2 со прикажување на конкретни примери од кои се гледа дека не се потребни претходни познавања на оперативниот систем Microsoft Windows, туку само се назначени познавањата како препорака. Заедно со прирачникот за употреба се дадени и примери за користење на софтверот и за комплексни процеси. На крајот

може да се каже дека овој систем е доста користен во многу научни истражувања за дисперзија на полутанти во воздухот.

Исто така, претставени се и нумеричките разлики помеѓу резултатите од оваа програма и резултатите од други нумерички модели. Не е чуден податокот дека постои нумеричка разлика помеѓу различни модели на дисперзија што е докажано и во стручните литератури. Проблемот е во тоа што дисперзијата е комплексен физички феномен, кој вклучува турбулентни движења, не линеарни движења, динамички, термодинамички и иреверзибилни процеси, а ние со овој модел сакаме сето тоа да го упростиме со една едноставна равенка. Од една страна докажуваме дека до денес е најдобро избран модел за дисперзија што не значи дека утре ќе нема некаков подобар модел.

Програмата на DISPER 5.2 не дозволува отворање на два фајлови истовремено. Со тоа се постигнува оптимизирање на расположливата меморија и брзината на пресметка. Процесот на зачувување (save) се одвива пропорционално на големината со која елементите се цртани на екранот што сме го употребиле. Доколку сакаме да го прочитае фајлот што е зачуван во друг компјутер ќе имаме проблем со отворањето на истиот.

Многу програми и компјутерски апликации како Auto Cad, 3dd Studio, Ars View и др. даваат BMP фајлови. Од овие програми можат да се спуштаат слики или диспозиции за користење на софтверот.

Точкасти извори е една од алатките. Таквите извори, како што се оџаците, се многу мали во споредба со областа во којашто се врши симулирање. Се внесуваат податоци за физичка висина на оџакот, брзината и температурата на излезниот гас, внатрешниот дијаметар на оџакот, емисиониот однос на полутантот, коефициентот на доцнење, пресметковниот однос на протокот. Така можат да се внесат до 1.000 точкасти извори доколку има потреба.

Линиски извори - ширината на линиските извори, исто така, е мала во однос на областа во којашто вршиме симулација. Неопходни податоци се: односот на емисијата на полутантот и коефициентот на задоцнување. Постојат, исто така, и услови за симулација од површински извори. Амбиенталните податоци се дефинираат од околното земјиште и од атмосферските услови во делот за кој што се врши симулација. Тука се појавуваат метеоролошки и топографски линии. Метеоролошките анализи што ги врши DISPER 5.2 се спроведуваат под претпоставки на стабилни амбиентални услови.

Неопходни параметри за метеоролошките команди се:

Паскалова стабилност, којашто го опишува степенот на атмосферски турбуленции, што се рангира од A=1 за нестабилен до F=6 за екстремно стабилен. Нестабилните услови доведуваат до брзи дисперзии на полутантите во воздухот од што произлегуваат пониски вредности на концентрации во споредба со стабилните услови.

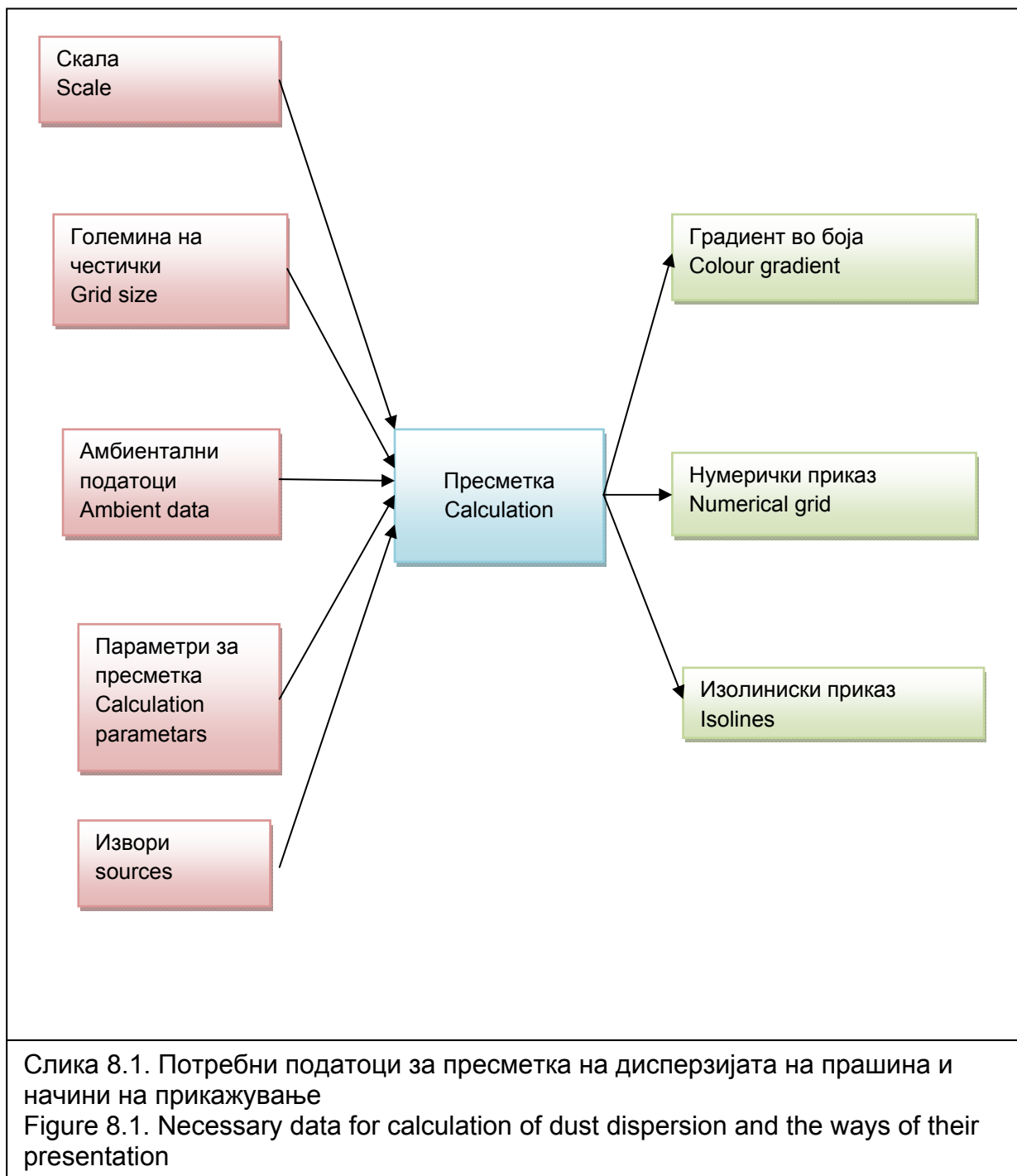
Втор неопходен податок е *брзината на ветерот* при референтна атмосферска висина. Мерењето на брзината на ветерот обично се врши со анемометар кој има вертикална оска во кој се регистрира бројот на промени во минута.

Трет неопходен податок е *аголот на ветерот* (0-360°), кој претставува хоризонтален агол на ветерот мерен во правец на стрелките на часовникот почнувајќи од север.

Амбиентална температура е температурата на воздухот во локацијата во (°K). Висината на мешање се користи претежно од метеоролози за да се квантифицира вертикалната висина на мешање во атмосферата. Тоа е висината каде што се врши вертикалното мешање. Тоа е најмалиот волумен на полутантот што ќе се дисперзира во околината.

За летни услови во текот на денот максималната висина на мешање може да се врши и на неколку илјади метри, додека во зимски услови истата би била на неколку стотини метри.

Ако се изврши измена на кој било влезен податок, како што се позицијата на изворот, брзината на ветерот или друго, мора да се повтори командата за да се внесат измените во крајот на резултатот. Може да се избере пресметка по XY-координати и по XZ-координати што ќе ни прикажат различни карти на полутантот, од што по извршувањето на пресметките се добиваат изолиниски приказ, нумерички приказ и градиент во боја.



- Математички алгоритми

Симболи

Симбол / Дефиниција

A = Линеарен термин за нарушување на вертикална дисперзија во Шулман
- Сире намалувањето (без димензии),

A_e = Ефективна област за емисии на отворени копови (без димензии),

D = Експоненцијален термин за нарушување за Гаусовата равенка (без димензии),

D_B = Дифузност на Браун (cm/s),

D_r = Релативна длабина на копот (без димензии),

d_e = Ефективна длабина на копот (m),

d_p = Дијаметар на честичките за емисија на честички (μm),

d_s = Внатрешен дијаметар на оџакот (m),

F_b = Параметар на флуксот по Бијонси (m^4 / s^3),

F_d = Флукс на сув депозит (g/m^2),

F_m = Параметар на моменталниот флукс (m^4/s^2),

F_Q = Фактор на лесно намалување за сув депозит (без димензии),

F_T = Фактор за корекција на теренот (без димензии),

F_W = Флукс на влажен депозит (g/m^2),

f = Фреквенција на случувања на брзината на ветер и комбинација со категоријата на стабилност (без димензии),

g = Забрзување поради гравитација ($9,80616 \text{ m}/\text{s}^2$),

h_b = Висина на истовар (m),

h_e = Лесна (или ефективна) висина (m),

h_s = Физичка висина на купот (m),

h_{ter} = Висина на теренот над основата на купот (m),

h_s = Ослободена висина модифицирана за намалување на купови (m),

h_w = Ширина на проектиран попречен ветер на соседните објекти до купот (m),

k = Von Karman константа (= 0.4),

L = Monin-Obukhov должина (m),

L_y = Иницијална должина за намалување на Schulman-Scire изворите со засилена латерална брзина (m)

L_b = Помалата висина на објектот и ширина проектирачкиот попречен ветер на објектот (m),

L = Должина на изворот на отворениот коп во правец на ветерот(m),

$P(x,y)$ = Фактор за регулирање на профилот (без димензии),

p = Снага на брзината на ветерот со низок експонент на профилот (без димензии),

Q_A = Емисиона стапка на полутантот на површинскиот извор (g/s),

Q_e = Ефективна стапка на емисија за различни површински извори за емисии од отворени копови (g/s),

Q_i = Приспособена стапка на емисија за категорија на големина на честичката за емисии од отворени копови (g/s),

Q_s = Стапка на емисија на полутантот (g/s),

Q_t = вкупна количина на полутантот емитиран за време од период t (g)

R = Стапка на зафаќање (mm/час),

R_o = Иницијален радиус за намалувањето на изворите на Schulman-Scire (m),

$R(z,z_d)$ = Атмосферска отпорност на вертикалниот транспорт (s/cm),

r = Стапка на радијално растојание во мрежа на поларен рецептор (m),

r_a = Атмосферски отпор (s/cm),

r_d = Отпор на депозитната наслага (s/cm),

s = Парметар на стабилност,

S = Термин на порамнување за порамнување преку соседните сектори во долгорочен модел (без димензии),

S_{CF} = Фактор на корекција (без димензии),

Sc = Schmidt број (без димензии),

St = Поттикнувачки број (без димензии),

T_a = Амбиентална температура (K),

T_s = Излезна температура (K),

u_{ref} = Брзина на ветар (m/s),

u_s = Брзина на ветер приспособена на ослободената висина (m/s),

u_* = Брзина на триење на површината (m/s),

V = Вертикален израз на Gaussian равенка (без димензии),

V_d = Брзина на депозираните честички (cm/s),

v_d = Particle deposition velocity (cm/s),

v_g = Брзина на гравитациско таложење на честичките (cm/s),
 v_s = Брзина на излезот на гас од купот (m/s),
 X = X-координата во мрежата на рецептори на Cartesian (m),
 x_o = Должина на изворот на квадратната површина (m),
 Y = Y-координата во мрежата на рецептори на Cartesian (m),
 q = Правец во поларната мрежа на рецептори (степени),
 x = Растојание во правец на ветерот од изворот до рецепторот (m),
 x_y = Растојание во правец од точката на изворот (m),
 x_z = Вертикално растојание од изворот (m),
 x_f = Растојание во правец на ветер до финалното покачување (m),
 x^* = Растојание во правец на ветерот на која доминира турбуленцијата (m),
 y = Растојание спроти ветер од извор до рецептор (m),
 z = Висина на рецептор / терен над морско ниво (m),
 z_d = Референтна висина на сув депозит (m),
 z_r = Висина на рецепторот над земјата (m),
 z_{ref} = Референтна висина за пропишаната снага на брзината од ветрот (m),
 z_s = Елевација на основата на купот над морско ниво (m),
 z_i = Висина на мешање (m),
 z_0 = Висина на нерамнините на површината (m),
 β = Коефициент употребен при зголемувањето за извори на Schulman-Scire
 намалувањето = 0.6,
 β_j = турбо коефициент употребен при пресметки за зголемувања на
 моментални постепени покачувања,
 D_h = Лесни покачувања (m),
 d_q/d_z = Потенцијален степен на температура со висина (K/m),
 L = Степен на прихранета преципитација (s^{-1}),
 I = Коефициент на степен на преципитација ($s\text{-mm/hr}^{-1}$)
 π = 3.14159,
 Γ = Коефициент на влошување = $0.693/T_{1/2} (s^{-1})$,
 u_H = Фактор на регулирање на стабилноста (без димензии),
 f = Фракција на маса при одредена категорија на брзина на таложење на
 честички (без димензии),
 ρ = Густина на честичките (g/cm^3),
 ρ_{AIR} = Густина на воздухот (g/cm^3),

σ_y = Параметар на хоризонтална дисперзија (m),
 σ_{y0} = Параметар на иницијална хоризонтална дисперзија за извор од вистинската точка (m),
 σ_{ye} = Параметар на ефективна дисперзија вклучувајќи ги и ефектитена зголемени индицирани дисперзии (m),
 σ_z = Параметар на вертикална дисперзија (m),
 σ_{z0} = Параметар на иницијална - вертикална дисперзија за извор од вистинската точка (m),
 σ_{ze} = Параметар на ефективна вертикална дисперзија вклучувајќи ги и ефектите од зголемени индицирани дисперзии (m),
 U = Вискозност на воздухот = $0.15 \text{ cm}^2/\text{s}$,
 μ = Апсолутна вискозност на воздухот = $1.81 \times 10^{-4} \text{ g/cm/s}$,
 C = Концентрација ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),
 c_d = Концентрација со ефекти на суви депозити ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Математичкиот модел што го користи софтверот, овозможува опции на емисиони модели од широк опсег на извори што можат да бидат присутни во индустриски и урбани области. Основата на овој модел е праволиниската, стабилна и лесна Гаусова равенка, што се употребува за моделирање на емисии од точкасти извори од купови (оџаци), патишта, одложени купови и лентести транспортери. Изворите на емисија се класифицирани во три основни извори: точкасти, линиски и површински извори. Во следниов текст се опишани алгоритмите што се употребуваат за моделирање на сите три типови на извори.

- Моделот за дисперзија на DISPER ги вклучува и метеоролошките податоци, со што подобро се дефинираат условите на подигнувања и транспорт. Моделот ги пресметува вредностите на концентрациите за секој извор и комбинација на приемници и ги пресметува просеците избрани од корисникот.

- Емисии од точкести извори

Моделот ја користи стабилната Гаусова равенка за моделирање на емисии од точкести извори, како што се оџациите.

- Гаусова равенка

Моделот за оџаците применува стабилна Гаусова равенка за континуирано (воздигнувани) извори. За секој извор почетокот на координатниот систем на оџакот се поставува на кота 0, на основата на оџакот. Оската - X е позитивна во правец на ветерот, оската Y е попречниот ветер (нормално на X - оската) и оската - Z е вертикално нагоре. Локациите со фиксен рецептор се преобразуваат во координатен систем на сите извори.

Часовните концентрации пресметани за секој извор на секој рецептор се собираат за да се добие вкупна концентрација произлезена од секој рецептор преку комбинираниите извори на емисија.

Часовната концентрација според Гаус, при растојание во правец на ветерот X (m) и растојание на попречен ветер од Y (m), дадена е со следнава равенка:

$$c = (Q K V D / 2 \pi u_s \sigma_y \sigma_z) \exp[-0.5(y/\sigma_y)^2] \quad (8.1)$$

каде што:

Q= степен на емисија на полутантот (маса според единица време),

K= коефициент на скалата, да ги претвори пресметаните концентрации во бараните единици,

K= a scaling coefficient to convert calculated concentrations to desired units (стандардна вредност од 1×10^6 for Q во g/s и концентрации во $\mu\text{g}/\text{m}^3$),

V= вертикален израз,

D= израз за влошувања,

σ_y, σ_z = стандардни отстапувања од постојана и вертикална дистрибуција на концентрацијата (m),

U_s = груба брзина на ветерот (m/s) на висината на испуштање.

- Растојание во правец на ветер и попречен ветер

Моделот користи мрежа на рецептори на Картеси. Сите рецепторски точки се претвораат во Картесиеви (X,Y) координати пред да се направи пресметка на

дисперзијата. Во Картеси координативниот систем, оската X е позитивна спрема ИСТОК од одредената положба на корисникот, а Y - оската е позитивна на СЕВЕР. Корисникот мора да ја дефинира локацијата на секој извор во согласност со координатната мрежа на Картеси. Ако координатите X и Y од изворот се X(S) и Y(S), растојанието во правец на ветерот x до рецепторот, по должината на правецот се пресметува со:

$$x = -[X(R) - X(S)]\sin(WD) - [Y(R) - Y(S)]\cos(WD) \quad (8.2)$$

каде WD е правецот од каде што дува ветерот. Растојанието во правец на ветерот се користи при пресметки на параметрите за подигнување во зависност од растојанието и дисперзијата. Растојанието на попречниот ветер y до рецепторите на централната линија се пресметува со:

$$y = -[X(R) - X(S)]\cos(WD) - [Y(R) - Y(S)]\sin(WD) \quad (8.3)$$

- Профил на брзина на ветерот

За регулирање на брзината на ветерот U_{ref} се користи дозволена снага на ветерот од висината на референтното мерење, z_{ref} , на оџакот на висината на испуштање, h_s . Брзината на ветерот во висина на оџакот, U_s , се користи во Гаусовата равенка. Равенката за снага е следна:

$$U_s = U_{ref}(h_s/z_{ref})^p \quad (8.4)$$

Каде што p е експонент на профилот на ветрот. Вредностите на p можат да се добијат од корисникот како функција од категоријата на стабилност и класата на брзината на ветерот. Стандардните вредности се следни:

Категорија на стабилност	Рурален експонент	Урбан експонент
A	0.07	0.15
B	0.07	0.15
C	0.10	0.20
D	0.15	0.25
E	0.35	0.30
F	0.55	0.30

Брзината на ветерот на висина на оџакот, U_s , не е дозволена да биде помала од 1.0 m/s.

- Формули за лесните подигнувања

При пресметка на вертикалните компоненти се користи висината на лесните подигнувања. За да се дефинира дали лесното подигнување има ефект во регионот за пресметки на таложења врз објектите се користат равенки кои зависат од растојанието од инерцијалното подигнување.

Спуштање од оџак

За да се земепредвид спуштањето од оџак се применува модификација на физичката висина на оџакот h_s , која се состои од:

$$h_s' = h_s + 2ds[(v_s/u_s) - 1.5] \text{ за } v_s < 1.5u_s \quad (8.5)$$

или

$$h_s' = h_s \text{ за } v_s > 1.5u_s \quad (8.6)$$

каде што h_s е физичка висина на оџакот (m), V_S е брзина на излезот на гасови од оџак (m/s) и ds е дијаметар на врвот на оџакот (m). Доколку не се земе предвид ова спуштање од оџак, $h_s' = h_s$ во следниве равенки.

Лебдечки и инерцијални флукови

За повеќето ситуации на лесно подигнување е потребен параметарот за вредност на зголемен флукс по Briggs

$$F_b = g v_s d s^2 (D_t / 4 t_s) \quad (8.7)$$

каде што $D_t = T_s - T_a$, T_s е температурата на гасот во оџакот (K) и T_a е температура на амбиенталниот воздух (K).

За дефинирање на лесните подигнувања се пресметува параметарот на моменталниот флукс, F_m (m^4/s^2), по следнава формула:

$$F_m = g V_s^2 d s^2 (T_a / 4 T_s) \quad (8.8)$$

Нестабилан или неутрален - пречекорување помеѓу моментален и зголемен

Во случај кога температурата на гасот во оџакот е поголема или еднаква на амбиенталната температура мора да се дефинира дали е доминантно инерцијалното лесно подигнување или зголеменото. Разликата на пречекорувањето на температурата, $(D_t)_c$, се дефинира на следниот начин:

за $F_b < 55$,

$$(D_t)_c = 0.0297 T_s (v_s / d s^2)^{1/3} \quad (8.9)$$

и за $F_b \geq 55$,

$$(D_t)_c = 0.00575 T_s (v_s / d s)^{1/3} \quad (8.10)$$

Ако D_t ја надминува или е еднаква со $(D_t)_c$, лесното подигнување се смета дека е доминантно поради зголеменоста, а во другиот случај дека е моментално доминантен.

Нестабилен или неутрален - зголемено подигнување

За ситуации каде што DT ја надминува $(DT)_c$, како што е погоре дефинирано, тогаш за доминантно се смета зголемувањето. Растојанието до конечното подигнување, x_f , се зема да биде $3.5x^*$, каде x^* е растојанието каде што започнува атмосферската турбуленција да доминира. Вредноста на x_f се пресметува на следниов начин:

за $Fb < 55$:

$$x_f = 49 Fb^{5/8} \quad (8.11)$$

и за $Fb \geq 55$:

$$x_f = 119 Fb^{2/5} \quad (8.12)$$

конечната ефективна висина на подигнување, h_e (m), се дефинира како

за $Fb < 55$:

$$h_e = h_s + (21.425 Fb^{3/4} / u_s) \quad (8.13)$$

и за $Fb = 55$:

$$h_e = h_s + (38.71 Fb^{3/5} / u_s) \quad (8.14)$$

Нестабилна или неутрална - моментално подигнување

За ситуации каде што температурата на гасот во оџакот е помала или еднаква на амбиенталната температура на воздухот се прави претпоставка дека лесното моментално подигнување е доминантно. Ако DT е помало од $(DT)_c$, исто така се прави претпоставка дека лесното моментално подигнување е доминантно. Висината се пресметува како:

$$h_e = h_s + 3d_s(v_s/u_s) \quad (8.15)$$

Сугестиите на Briggs се дека оваа равенка е најприменлива кога v_s/u_s е поголемо од 4.

Параметар на стабилност

За стабилни ситуации, параметарот на стабилност, s , се пресметува:

$$s = g[(dT/dz)/T_a] \quad (8.16)$$

Како стабилна апроксимација за класа на стабилност E (или 5) dT/dz се зема како 0.020 K/m, а за класа F (или 6), dT/dz се зема како 0.035 K/m.

Стабилно пречекорување помеѓу моментален и зголемен

Во случаи кога температурата на гасот во оџакот е поголема или еднаква на амбиенталната температура мора да се дефинира дали е доминантно моменталното лесно подигнување или зголеменото. Тогаш $(DT)_c$ се дефинира и се пресметува DT на следниов начин:

$$(DT)_c = 0.019582 T_s v_s s^{1/2} \quad (8.17)$$

Ако разликата помеѓу DT ја надминува или е еднаква на $(DT)_c$, лесното подигнување се смета за доминантно поради зголемувањето, а во другиот случај лесното подигнување се смета дека е моментално доминантно.

Стабилно - зголемување на лебдењето

Во ситуации каде што DT ја надминува $(DT)_c$, како што е погоре опишано, се смета дека доминантни се лебдењата. Растојанието x_f се пресметува со:

$$x_f = 2.0715 u_s s^{-1/2} \quad (8.18)$$

Малата висина, h_e , се дефинира како:

$$h_e = h_s + 2.6 [F_b/(u_s s)]^{1/3} \quad (8.19)$$

Стабилно - инерцијално покачување

Каде што температурата на гасот во оџакот е помала или еднаква на температурата на амбиенталниот воздух се прави претпоставка дека лесните покачувања се доминантни поради инерцијата. Тогаш:

$$h_e = h_s + 1.5 [F_m / (u_s s^{1/2})]^{1/3} \quad (8.20)$$

Равенката за нестабилни - неутрални инерцијални зголемувања, исто така, се пресметува. Понискиот резултат од овие две равенки се употребува како резултантна мала висина.

Сите услови - растојание помало од растојанието на финалното подигнување

Таму каде што постепените подигнувања се пресметуваат како нестабилни, неутрални или стабилни услови, доколку растојанието од изворот во правец на ветерот до рецепторот, x , е помало од растојанието до финалното подигнување:

$$h_e = h_s + 1.60 [(F_b x^2)^{1/3} / u_s] \quad (8.21)$$

Оваа висина ќе се користи само во услови на доминантност при лебдење, затоа што при соодветни услови треба да го надмине финалното подигнување. Во услови на доминираност на инерцијата се користи следнава формула за пресметка на растојанието на лесните инерцијални подигнувања.

а) нестабилни услови:

$$h_e = h_s + [3F_m x / (b e_j^2 u_s^2)]^{1/3} \quad (8.22)$$

каде што x е растојание во правец на ветерот, со максимална вредност $x_{\max}$:

$$x_{\max} = 4d_s (v_s + 3u_s) / (v_s u_s) \text{ за } F_b = 0 \quad (8.23)$$

$$x_{\max} = 49 F_b^{5/8} \text{ за } 0 < F_b < 55 \text{ m}^2 \text{s}^{-3} \quad (8.24)$$

$$x_{\max} = 119 F_b^{2/5} \text{ за } F_b > 55 \text{ m}^2 \text{s}^{-3} \quad (8.25)$$

б) стабилни услови:

$$h_e = h_s + (3F_m)^{1/3} \{ \sin[x s^{1/2}/u_s] \}^{1/3} [\text{bet}_j^2 u_s s^{1/2}]^{-1/3} \quad (8.26)$$

каде што x е растојание во правец на ветерот, со максимална вредност $x_{\max}$:

$$x_{\max} = 0.5 \pi u_s / s^{1/2} \quad (8.27)$$

Коефициентот за брзо влијание, bet_j , е даден со:

$$\text{bet}_j = (1/3) + (u_s/v_s) \quad (8.28)$$

Ако растојанието од инерција го премине финалното подигнување при соодветни услови, тогаш тоа растојание се заменува со растојанието на финалното подигнување.

- Параметри на дисперзија

Параметри на дисперзија од точкести извори

Равенките коишто приближно одговараат на кривата на Pasquill-Gifford се употребуваат за пресметка на sig_y и sig_z за рурални методи. Равенките што се користат за sig_y се следни:

$$\text{sig}_y = 465.11628 x \tan(\text{TH}) \quad (8.29)$$

каде:

$$\text{TH} = 0.017453293 [c - d \ln(x)] \quad (8.30)$$

Во двете равенки растојанието x е во километри.

Равенката што се употребува за пресметка на sig_z е следна:

$$\text{sig}_z = ax^b \quad (8.31)$$

каде што растојанието во правец на ветрот x е во километри sig_z е во метри.

Процедури применувани за пресметка на дисперзија индуцирана од инерција

Методата на Pasquill се користи за пресметка на лесни иницијални дисперзии. Со овој метод, ефективната вертикална дисперзија s_{ze} се пресметува на овој начин:

$$\sigma_{ze}=[\sigma_z^2 + (Dh/3.5)]^{1/2} \quad (8.32)$$

каде што σ_z е вертикална дисперзија поради амбиенталната турбуленција, а D_h е малото подигнување поради инерцијата ли лебдеењето. Латералната (страничната) брзина е:

$$\sigma_{ye}=[\sigma_y^2 + (Dh/3.5)]^{1/2} \quad (8.33)$$

каде што σ_y е латералната (странична) дисперзија поради амбиенталните турбуленции. Треба да се забележи дека D_h е малото подигнување во зависност од растојанието, доколку рецепторот е лоциран помеѓу изворот и растојанието до финалното подигнување и финалното мало поигнување доколку рецептот е лоциран позади растојанието за финално подигнување.

- Вертикален одраз

Вертикалниот израз (V) се смета за вертикална дистрибуција на Gauss. Тоа ги индицира ефектите од елевацијата на изворот, елевацијата на рецепторот и малите подигнувања. Како додаток на висината на издигнување, висината на рецепторот и висината на мешање, за пресметката на вертикалниот одраз потребен е параметар на дисперзија, (σ_z). Вертикалниот одраз без депозитни ефекти е даден со:

$$V = \exp\{-0.5 [(z_r - h_e) / \sigma_z]^2\} + \exp\{-0.5 [(z_r + h_e) / \sigma_z]^2\} + \{\exp[-0.5 (H_1 / \sigma_z)^2] + \exp[-0.5 (H_2 / \sigma_z)^2]\}_{i=1,2,\dots} + \{\exp[-0.5 (H_3 / \sigma_z)^2] + \exp[-0.5 (H_4 / \sigma_z)^2]\}_{i=1,2,\dots} \quad (8.34)$$

каде:

$$h_e = h_s + D_h$$

$$H_1 = z_r - (2iz_i - h_e)$$

$$H_2 = z_r + (2iz_i - h_e)$$

$$H_3 = z_r - (2iz_i + h_e)$$

$$H_4 = z_r + (2iz_i + h_e)$$

z_r = надземна висина на рецепторот (јарбол) (m)

z_i = висина на мешање (m)

Безбројните серии на одрази ги земаат предвид ефектите на рестрикција на порастот на вертикалните покренувања на врвот на мешачката рамнина. Оваа равенка претпоставува дека висината на мешање во рурални и урбани области е позната за сите категории на стабилност.

Од моделот произлегуваат следниве претпоставки за однесувањето на покренувањата во едноставен терен (терен кој ја надминува елевацијата на основата на оџакот, но е под висината на испуштање):

- Оската на покренување останува на висината на стабилизирање, затоа што поминува преку подигнатиот или спуштениот терен;
- Висината на мешање го следи теренот;
- Брзината на ветерот е функција од висината на надморската површина.

Така модифицираната висина на стабилизирање h'_e е заменета со ефективната висина на оџакот h_e , во вертикалниот одраз што е даден со равенката (1-50). На пример, ефективната висина на стабилизација во точките x, y е дадена со:

$$h'_e = h_e + z_s - z_{(x,y)} \quad (8.35)$$

каде:

z_s = надморска висина од основата на оџакот (m),

$z_{(x,y)}$ = надморска висина на теренот на локацијата на теренот (x,y) (m).

Исто така, треба да се забележи дека моделите ISC за скратени терени на висина на оџакот се следниве:

Ако висината на теренот $z - z_s$ ја надминува висината на испуштање на изворот, елевацијата на рецепторот автоматски се спушта на висината на физичко испуштање. Корисникот се предупредува дека концентрацијата на рецепторите на вакви сложени терени се предмет на сериозни неизвесности.

- Влошувачки термин (D)

Влошувачкиот термин е едноставна метода на пресметка за одвојување на полутантот со физички или хемиски процеси. Тој е во следна форма:

$$D = \exp(-\psi x/u_s) \text{ за } \psi > 0 \quad (8.36)$$

$$D=0 \quad \text{за } \psi = 0 \quad (8.37)$$

каде:

ψ = коефициент на влошување (s^{-1}) (вредност нула значи дека влошувањето не е земено предвид)

x = растојание во правец на ветерот (m)

На пример, ако $T_{1/2}$ е полупериодот на живот на полутантот во секунди, корисникот може да го пронајди ψ од следниов однос:

$$\psi = 0.693/T_{1/2} \quad (8.38)$$

Стандардна вредност за ψ е нула. Тоа значи дека влошувањето не е земено предвид при пресметките за моделирање, освен ако ψ е специфициран.

Меѓутоа, влошување од четиричасовен полуживот ($\psi = 0.0000481 \text{ s}^{-1}$) кореспондира со SO_2 при моделирањето.

- Емисии од не точкасти извори

Моделот DISPER вклучува алгоритми за моделирање на линиски и површински извори, покрај точкастите извори. Овие неточкасти опции на извори за моделирање се користи за симулирање на ефектите од емисиите од многу широки извори (транспортери, железници, површински извори...). Моделот на површинските извори се користи за симулирање на ефектите од фугитивните емисии од извори, како што се одложени купови и одлагалишта на отпад.

Во овој алгоритам за моделирање, површинските и линиските извори (неточкасти извори) се прикажани како мали точкасти извори со многу интервали. Програмата ги симулира на точкастите извори, решавајќи го секој од нив во определени интервали и со пресметка на вкупна концентрација. Големiot број на точкасти извори ја симулираат геометријата на овие не точкасти извори.

8.1.2. Модели на дисперзија на фугитивни емисии на прашина во РЕК Битола

Користејќи го софтверот DISPER 5.2, направени се модели со подолу прикажаните влезни параметри, инпути, но исто така извршени се и мерења со цел да се валидираат моделите.

Тоа е извршено на Депонијата за јаглен и е прикажано со МОДЕЛ 1, еолска ерозија на Одлагалиште за пепел - МОДЕЛ 2 и транспорт на јаглен - МОДЕЛ 3.

Земени се предвид разни претоварни места, транспортни ленти и комбинирани машини РБ, како и секојдневните руднички активности, како што се утовар и растовар на јаглен од камиони, газење (набивање) на рудните греди од Депонијата за јаглен со тешка механизација (булдозери), истовременост на повеќе рударски операции и сл.

Искористени се усвоени емисиони фактори претходно дефинирани во поглавјето 7, а дадени се во следнава табела 8.1.

Табела 8.1. Усвоени фактори за разни рударски активности

Table 8.1. Default factors for various mine activities

Рударски активности Mine activity	TSP	PM ₁₀	PM ₁₀ /TSP	единица unit
Багери утоварачи за јаглен Excavators for coal loading	0,025	0,048	0,47	kg/t
Булдужери за јаглен Coal excavators	102	32,5	0,29	kg/t
Камиони за одлагање на јаглен Truck for coal loading	0,010	0,0042	0,42	kg/t
Дробење на јаглен Crushing coal	0,59	0,31	0,52	kg/den
Прашина од тркала на неасфалтирани патишта Dust from vehicles on unpaved road	3,88	0,96	0,25	kg/VKT
Одложување на депонии Unloading on storage area	0,004	0,0017	0,42	kg/t

Утовар од депонии Loading on storage area	0,03	0,013	0,42	kg/t
Воздушна ерозија Air erosion	0,4	0,2	0,50	kg/ha/h
Разни претоварни места (пресипи) Diferent transfer points	0,00032	0,00015	0,47	kg/t

8.1.2.1. МОДЕЛ 1 - Депонија на јаглен и рудни греди

Основни карактеристики на Депонијата за јаглен се следниве:

- Површина на Депонијата за јаглен: $2,5 \cdot 10^5 \text{m}^2$
- Капацитет на Депонијата за јаглен: макс. 701.659,00 t
- Број на пресипи: 11
- Број на ленти: 37
- Ширина на лента: - 1.200mm со вкупна должина од 5.957m
- Ширина на лента: - 1.600mm со вкупна должина од 2.835m
- Багери РБ1 и РБ2: - 1.200t/h при копање
- Багери РБ3 и РБ4: - 2.400t/h при копање.
- Димензии на рудните греди: - ширина 30m
- должина од 300 до 380m
- Капацитет на рудните греди:

Рудна греда Coal girder	1	2	3	4	Вкупен капацитет Total capacity
Капацитет Capacity	89.069,00t	60.934,00t	60.934,00t	98.208,00t	701..659,00t
Рудна греда Coal girder	5	6	7	8	
Капацитет Capacity	98.208,00t	95.229,00t	95.229,00t	104.659,00t	

Како главни извори на фугитивна прашина на Депонијата за јаглен се издвојуваат: претоварните места (пресипите), транспортните ленти, комбинираниот рото багери РБ, преку кои се остварува снабдување на бункерите за јаглен за редовна работа на термоелектраните, но секако не смеат да се

изостават и пристапните патишта за транспорт на работници и механизација потребна за извршување на разни руднички операции.

Користејќи ги претходно дефинираните емисиони фактори, реалните услови (материјал и димензии на депонијата и транспортниот систем), како и метеоролошките услови во моментот на мерењата, избрани се соодветни претходно наведени емисиони фактори:

Емисионите фактори при утовар на јаглен со роторен багер се:

TSP= 0,03 kg/t, PM 10 = 0,013kg/t, а имајќи ги предвид капацитетот на реалниот систем од 2400t/h истите може да се трансферираат во следна форма(2.400t/h; 0,7t/s; 667kg/s; 0,866666667g/s).

Емисионите фактори на пресипните места се:

TSP= 0,00032 kg/t PM 10 = 0,00015kg/t
(2.400t/h; 0,7t/s; 0,0001kg/s; 0,1g/s)

Амбиентални услови во моментот на мерењата се

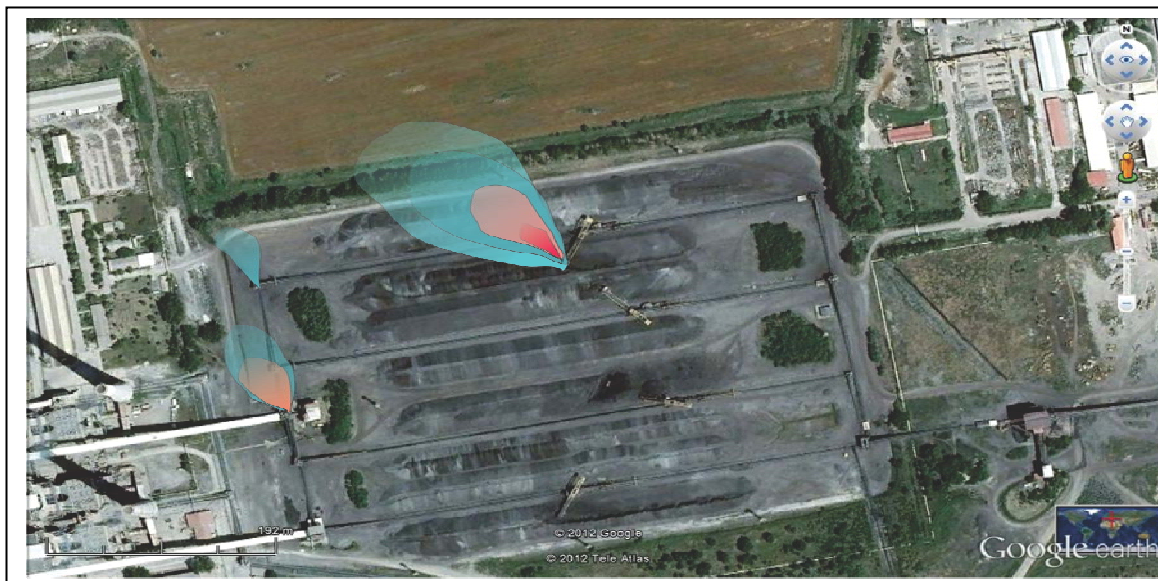
Темп. 21°C

Влажност 47%

Ветер 11,4 m/s

Правец на ветер: SW-NE

Според наведените инпути е добиен модел на дисперзија на прашина од Депонијата за јаглен во РЕК Битола, кој е прикажан на слика 8.2.



Слика 8.2. Модел 1- Дисперзија на прашина од Депонија за јаглен во РЕК Битола
Figure 8.2. Model 1- Dust dispersion on coal storage area in REK Bitola

Мерењата се извршени со: инструмент: Micro Dust pro, со циклонски земач на проби и PUF PM 10 филтер за респирабилна прашина.

Датум на фабричка калибрација: мај 2010 г.

Лабораториски калибриран согласно со ISO 12103-1 A2.

Метод на мерење: Forward light scattering 880nm infrared source, со опсег на мерење 0,001-2.500mg/m³ согласно со EN 50081-1/1992 и EN 50082-2/1993 стандардите за мерења на генерички емисии во резиденцијални, комерцијални, лесни индустриски и индустриски средини.

Метод на мерења/вид на мерења: EN 14626 (Non dispersive IR light)/Point mesurment

Референтен правилник/стандард:

- 1- MKC ЗБО-001/71, „Сл. Весник на Р.Македонија“ бр.3, 1990 година.
- 2- (МАК) - Maximum Concentrations at the Workplace and Biological Tolerance Values for Working Materials 2000. Commission for the Investigation of Health Hazard of Chemical Compounds in the Work Area, Federal Republic of Germany.

Локација на мерниот инструмент: 200 m NE од местото на активностите во линија на правецот на воздушното струење.

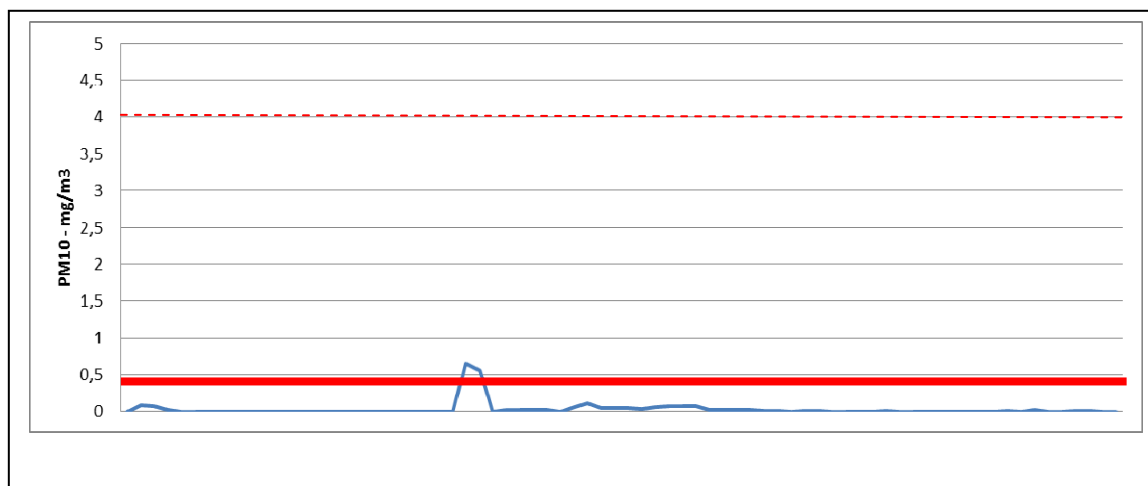
Датум на мерење: 7 мај 2011 г.

Резултатите покажуваат дека измерените вредности просечно изнесуваат 0,0319 mg/m³ и се далеку помали од дозволените просечни вредности од 0,45 mg/m³. Добиените резултати се прикажани табеларно во табела 8.2. и графички на слика 8.3.

Табела 8.2. Табеларен преглед на резултатите од мерењето на фугитивната емисија на Депонијата за јаглен во РЕК Битола

Table 8.2. Table expression of the results of fugitive dust emission measurement in coal storage area in REK Bitola

Измерени вредности (mg/m ³) Measured values (mg/m ³)	Min.	0,0	Max.	0,644	Просечна Average	0,0319
Дозволени вредности (mg/m ³) Permitted values (mg/m ³)	Min.	/	Max. ¹	4	Просечна Average	0,45



Слика 8.3. Графички приказ на резултатите од мерењето на фугитивна прашина на Депонијата за јаглен во РЕК Битола

Figure 8.3. Graphic expression of the results from fugitive dust emission measurement in coal storage area in REK Bitola

Заклучок за Моделот 1: Врз основа на моделот разработен со дефинираниот емисионен фактор и софтверот за моделирање на дисперзијата Disper 5.2. може да се утврди дека предвидената концентрација во зоната на мерење во просек се движи околу 0,003mg/m³, додека измерената просечна концентрација се движи околу 0,0319mg/m³. Огигледно е дека емисиониот фактор во вакви услови дава многу помала (околу 10 пати) од предвидена вредност.

8.1.2.2. МОДЕЛ 2 - Еолска ерозија на депонија на пепел

Активен извор на фугитивна прашина на Одлагалиштето за пепел во РЕК Битола претставува еолската ерозија.

Еолската ерозија се јавува без никакви рударски активности, под влијание на надворешните метеоролошки услови, особено при суво и ветровито време. Поради малиот процент на сврзувачки елементи (CaO - 4%), малата влажност на пепелта за транспорт до одлагалиште (20%), како и големото растојание на транспорт (4-5km) што придонесува за нејзино сушење, доаѓа до дисперзија на прашина предизвикана од ветерот, како на активните површини на одлагалиштето така и на завршните косини.

Користејќи ги претходно дефинираните емисиони фактори, реалните услови како и метеоролошките услови во моментот на мерењата, избрани се соодветни претходно наведени емисиони фактори:

Емисионите фактори за еолска ерозија се:

$\text{TSP} = 0,4 \text{ kg/tPM}_{10} = 0,2 \text{ kg/t}$

Амбиентални услови во моментот на мерењата се

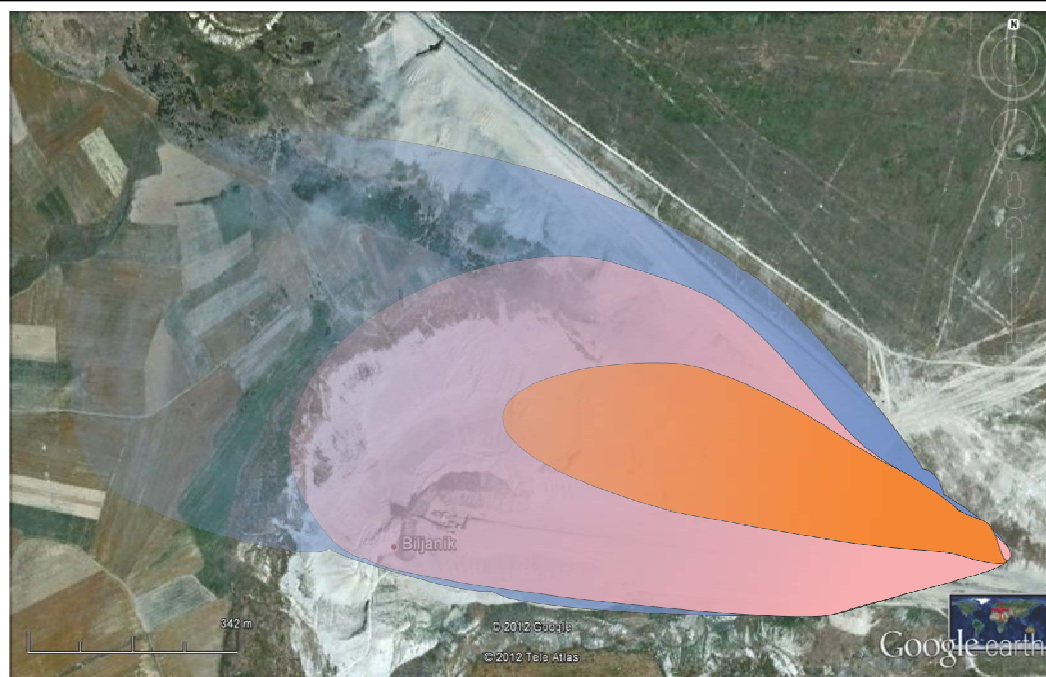
Температура: 22°C

Влажност: 31%

Ветер: 15,7m/s

Правец на ветер: E-W

Според наведените инпути е добиен модел на дисперзија на прашина од Одлагалиштето за пепел во РЕК Битола кој е прикажан на слика 8.4.



Слика 8.4. Модел 2-Дисперзија на прашина од Одлагалиштето за пепел во РЕК Битола

Figure 8.4. Model 2 - Dust dispersion on ash dumping area in REK Bitola

Мерењата се извршени со инструмент: Micro Dust pro, со циклонски земач на проби и PUF PM 10 филтер за респирабилна прашина.

Датум на фабричка калибрација: мај 2010 г.

Лабораториски калибриран согласно со ISO 12103-1 A2.

Метод на мерење: Forward light scattering 880nm infrared source, со опсег на мерење $0,001-2.500\text{mg}/\text{m}^3$, согласно со EN 50081-1/1992 и EN 50082-2/1993 стандардите за мерења на генерички емисии во резиденцијални, комерцијални, лесни индустриски и индустриски средини.

Метод на мерења/вид на мерења: EN 14626 (Non dispersive IR light)/Point mesurment

Референтен правилник/стандард:

1. МКС ЗБО-001/71, „Сл. Весник на Р.Македонија“ бр.3, 1990 година

2.(МАК) - Maximum Concentrations at the Workplace and Biological Tolerance Values for Working Materials 2000. Commission for the Investigation of Health Hazard of Chemical Compounds in the Work Area, Federal Republic of Germany.

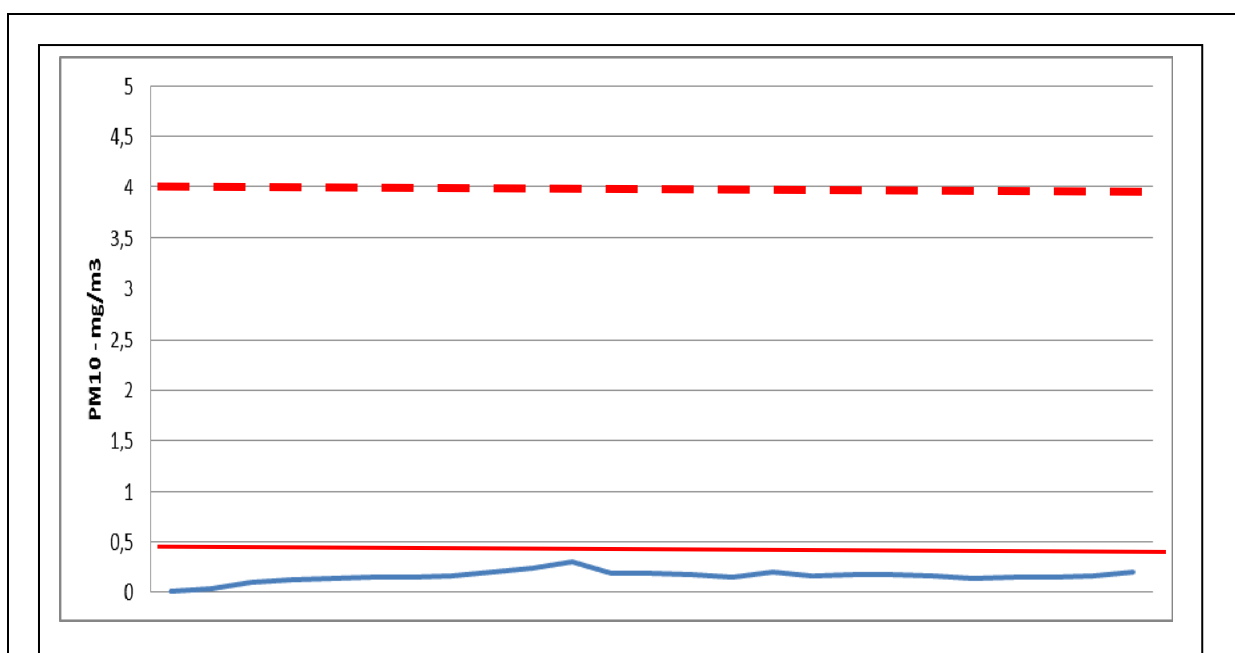
Локација на мерниот инструмент: 1.000 m W од местото на активностите во линија на правецот на воздушното струење.

Датум на мерење: 11 мај 2011 г.

Табела 8.3.Табеларен преглед на резултати од мерењето на фугитивната емисија на Одлагалиштето за пепел во РЕК Битола

Table 8.3. Table expression of the results of fugitive dust emission measurement on ash dumping area in REK Bitola

Измерени вредности (mg/m ³) Measured values (mg/m ³)	Min.	0,011	Max.	0,299	Просечна Average	0,156
Дозволени вредности (mg/m ³) Permitted values (mg/m ³)	Min.	/	Max. ¹	4	Просечна Average	0,45



Слика 8.5. Графички приказ на резултатите од мерењето на фугитивна прашина на Одлагалиштето за пепел во РЕК Битола

Figure 8.5. Graphic expression of the results from measuring fugitive dust emission on ash dumping area in REK Bitola

Заклучок за Моделот 2: Врз основа на моделот разработен со дефинираниот емисионен фактор и софтверот за моделирање на дисперзијата Disper 5.2. може да се утврди дека предвидената концентрација во зоната на мерење во просек се движи околу $0,2 \text{ mg/m}^3$, додека измерената просечна концентрација се движи околу $0,156 \text{ mg/m}^3$.

Очигледно е дека емисионот фактор во вакви услови дава 30% поголема вредност од предвидената.

8.1.2.3. МОДЕЛ 3 - Транспорт на јаглен и формирање на депонија

Основни активни и постојани извори на фугитивни емисии на прашина се: дробилицата на јаглен, транспортен системи фазата на одлагање со комбинирани машини, што мора да се извршат како важна рударска активност за добивање на потребна гранулација на јагленот кој во понатамошна фаза влегува во процесот на производство во термоелектраните.

Користејќи ги претходно дефинираните емисиони фактори, реалните услови (материјал и транспортниот систем), како и метеоролошките услови во моментот на мерењата, избрани се соодветни претходно наведени емисиони фактори:

Емисионите фактори при дробење на јаглен се:

TSP= $0,59 \text{ kg/t}$, PM 10 = $0,31 \text{ kg/t}$ ($206,6 \text{ g/s}$)

Емисионите фактори на пресипните места се:

TSP= $0,00032 \text{ kg/t}$ PM 10 = $0,00015 \text{ kg/t}$

(2400 t/h ; $0,7 \text{ t/s}$; $0,0001 \text{ kg/s}$; $0,1 \text{ g/s}$)

Емисиони фактори на одлагање/Формирање на депонијата:

TSP= $0,03 \text{ kg/t}$ PM 10 = $0,0013 \text{ kg/t}$ ($0,1$)

Амбиентални услови во моментот на мерењата се:

Температура: 19°C

Влажност: 38%

Ветер: $9,1 \text{ m/s}$

Правец на ветер: SE-NW

Според наведените инпути е добиен модел на дисперзија на прашина од транспортот на јаглен и формирање на депонија за јаглен во РЕК Битола, кој е прикажан на слика 8.6.



Слика 8.6. Модел 3 - Дисперзија на прашина од транспорт на јаглен и формирање на Депонија во РЕК Битола

Figure 8.6. Model 3 - Dust dispersion from coal transport and coal storage forming in REK Bitola

Мерењата се извршени со инструмент: Micro Dust pro, со циклонски земач на проби и PUF PM 10 филтер за респирабилна прашина.

Датум на фабричка калибрација: мај 2010 г.

Лабораториски калибриран согласно со ISO 12103-1 A2.

Метод на мерење: Forward light scattering 880nm infrared source, со опсег на мерење $0,001-2.500\text{mg}/\text{m}^3$ согласно со EN 50081-1/1992 и EN 50082-2/1993 стандардите за мерења на генерички емисии во резиденцијални, комерцијални, лесни индустриски и индустриски средини.

Метод на мерења/вид на мерења: EN 14626 (Non dispersive IR light)/Point mesurment

Референтен правилник/стандард:

1. MKC ЗБО-001/71, „Сл. Весник на Р.Македонија“ бр.3, 1990 година;

2.(MAK) – Maximum Concentrations at the Workplace and Biological Tolerance Values for Working Materials 2000. Commission for the Investigation of Health Hazard of Chemical Compounds in the Work Area, Federal Republic of Germany.

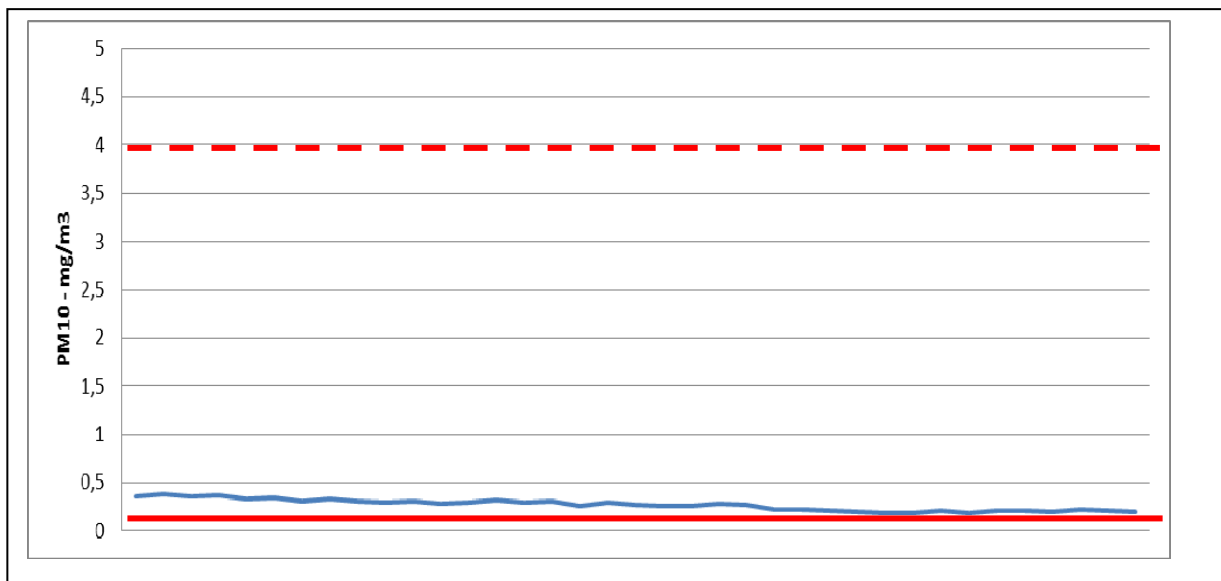
Локација на мерниот инструмент: 1.000 m W од местото на активностите во линија на правецот на воздушното струење.

Датум на мерење: 14 мај 2011 г.

Табела 8.4. Табеларен преглед на резултатите од мерењето на фугитивната емисија од транспортот на јаглен и формирање на Депонија во РЕК Битола

Table 8.4. Tabel expression of the results from measuring fugitive emission on coaltransport and coal storage forming in REK Bitola

Измерени вредности (mg/m ³) Measured values (mg/m ³)	Min.	0,011	Max.	0,437	Просечна Average	0,226
Дозволени вредности (mg/m ³) Permitted values (mg/m ³)	Min.	/	Max.¹	4	Просечна Average	0,45



Слика 8.7. Графички приказ на резултатите од мерењето на фугитивна прашина од транспортот на јаглен и формирање на Депонија во РЕК Битола

Figure 8.7. Graphic expression of the results from measuring fugitive dust emission on coal transport and coal storage forming in REK Bitola

Заклучок за Моделот 3: Врз основа на моделот разработен со дефинираниот емисионен фактор и софтверот за моделирање на дисперзијата Disper 5.2. може да се утврди дека предвидената концентрација во зоната на мерење во просек се движи околу $0,035 \text{ mg/m}^3$, додека измерената просечна концентрација се движи околу $0,226 \text{ mg/m}^3$. Очигледно е дека емисионот фактор во вакви услови дава околу осум пати помала вредност од предвидената вредност.

9. ЗАКЛУЧОК

Интензивната експлоатацијата на минералните сировина доведува до високи концентрации на фугитивна прашина која негативно резултира не само во зголемување на здравствениот ризик кај работната сила, туку и со намалување на сè вкупната продуктивност и безбедност на рударските операции, доведувајќи го во прашање дури и нивното опстојување. Ваквата состојба негативно се одразува и врз ефикасноста и продуктивноста на применетата опрема, машини и уреди.

Целта на истражувањето е избор на најоптимален метод за процена на фугитивните емисии на прашина создадена од главните извори на прашина во рудниците, како понатаму би можело да се изврши нејзино сузбивање и решавање на овој доста значен еколошки проблем имајќи ги предвид основните карактеристики на прашината, физиолошкиот ефект и нејзината експлозивност.

Извршена е поделба на главните извори на прашина општо во рударската индустрија и конкретно во РЕК Битола со точно дефинирани линиски и површински извори на прашина, со нивен детален опис, како и опис на сите рударски активности кои се одвиваат на локацијата.

Истражувањето и проучувањето на расположливите податоци е вршено преку применети техники за процена и фактори на емисија во САД и во Австралија - NPI, USEPA, адаптирани во наши услови и дополнително проверувани со директни мерења. Користени се и други прирачници за емисии во рударството и водичи усвоени од државни и локални агенции во разни региони во САД.

Користени се три методи за процена на фугитивните емисии на прашина, со помош на фактори на емисија (NPI), реални директни мерења на терен и изработени се модели на дисперзија со валидација на факторите.

Извршена е процена на фугитивната прашина со техниките за процена на емисии во воздухот, факторите на емисија, рејтингот на факторите на емисија на прашина во рударството со главен осврт на експлоатација на јагленот, пресметка на емисии на TSP и PM10 за разни операции во рудниците со дефинирани равенки за факторите на емисија за разни извори на фугитивни емисии кои се јавуваат од главните извори на фугитивна прашина во РЕК Битола, како што се транспортот на јаглен со ленти, пресипни места, ерозија од ветер на активните депонии на пепел, утовар и растовар од камиони.

Добиени се податоци за нивото на концентрацијата на фугитивна прашина од главните извори на прашина во РЕК Битола со реалните директни мерења на терен извршени со инструментот Micro Dust pro.

Извршени се и пресметки на емисионите фактори со користење на равенките за процена на фугитивните емисии и исто така извршена е процена на фугитивната емисија на прашина со помош на усвоени фактори на емисија.

Со помош на софтверот DISPER 5.2 изработени се три модели на дисперзија на фугитивна емисија од главните извори на фугитивна емисија на прашина во РЕК Битола и тоа од Депонијата за јаглен, Одлагалиштето за пепел и процесот на транспорт и дробење на јагленот.

Од досегашните испитувања може да се донесе заклучок дека предложените емисиони фактори од табелите можат да се применат при пресметка на фугитивната емисија во рударската индустрија, но притоа пресметката мора да се изведува многу внимателно и тоа со посебен аспект на специфичноста на амбиенталните услови во кои примената на емисионите фактори даваат индикативни резултати.

Големо влијание имаат атмосферските услови што многу влијаат на амбиенталните карактеристики, кои се предмет на мерење и потврдување, и можат многу лесно да доведат до погрешни моментални вредности на измерените количини кои што нема да бидат реални и би не довеле до погрешен заклучок.

Врз основа на моделот 1 разработен со дефинираните емисиони фактори и софтверот за моделирање на дисперзијата Disper 5.2 е утврдено дека предвидената концентрација просечно се движи околу $0,003\text{mg/m}^3$, додека измерената просечна концентрација се движи околу $0,0319\text{mg/m}^3$ од што може да се заклучи дека емисиониот фактор во вакви услови дава многу помала вредност (10 пати) од предвидената вредност на емисиониот фактор.

Врз основа на моделот 2, разработен со дефинираниот емисионен фактор и софтверот за моделирање на дисперзијата се утврдува дека предвидената концентрација во зоната на мерење се движи околу $0,2\text{mg/m}^3$, додека измерената вредност е $0,156\text{mg/m}^3$ или во вакви услови дава 30% поголема вредност од предвидената.

Врз основа на моделот 3 разработен со дефинираниот емисионен фактор и софтверот за моделирање на дисперзија се утврдува дека предвидената

концентрација во зоната на мерење се движи околу $0,035\text{mg/m}^3$ додека измерената просечна концентрација се движи околу $0,226\text{mg/m}^3$ или осум пати помала вредност од предвидената.

Од разработените три модели на дисперзија на прашина од главните извори на прашина во РЕК Битола може да се заклучи дека релативно пореални вредности даваат емисионите фактори за површински извори на фугитивна емисија на прашина отколку емисионите фактори за точкасти и линиски извори на фугитивна емисија на прашина.

За да се испита примената на емисионите фактори во РЕК Битола, покрај извршените пресметки, користењето на постоечките табели за емисиони фактори потребна е и многу подетална и поопсежна анализа и истражување во многу различни и повторливи амбиентални услови, па со таквите податоци и извршеното моделирање би можело да се дојде до пореални податоци кои понатаму би се користеле.

Како екстремно комплексен проблем мерењето и изнаоѓањето на правилна методологија за процена на фугитивната емисија од линиски и површински извори треба да биде тема за понатамошни истражувања во иднина.

10. ДОДАТОК (користени кратенки)

BAT - Best Available Techniques (Најдобри достапни техники)

NPI - National Pollutant Inventory (Национален катастар на загадувачи на Австралија)

AP-42- Compilation Air Pollutant Emission Factors (Збирка на фактори на емисии на загадувачи на воздухот на Агенцијата за заштита на животната средина на Соединетите Американски Држави)

USEPA -United States Environmental Protection Agency (Агенција за заштита на животната средина на Соединетите Американски Држави)

ТПЕ - Техники за проценка на емисиите

ЕАД - Еквивалентен аеродинамички дијаметар

ISO - International Standardization Organization –(Меѓународна организација за стандардизација)

МДК - Максимално дозволени концентрации

ACGIH - American Conference of Government Industrige Hugienists (Американска конференција за хигиена на владините институции)

TLV-TWA - Time Weighted Average - Treshold Limit Value (Просечна гранична концентрација)

TLV-STEL - Treshold Limit Value - Short term Exposure Limit (Краткотрајни гранични концентрации)

TLV-C - Treshold Limit Value - Ceiling – Моментална гранична концентрација

NAAQS/EPA - National American Agency for Quality Sistem / Environmental Protection Agency (Национален стандард за квалитет на воздух во американската Агенција за заштита на животната средина)

EIA - Environmental Impact Assessment (Проценка на влијанието врз животната средина)

OSHA - Occupational safety and health association(Организација за безбедност и здравје при работа)

CREL - Ceiling Real Exposure Limit (Дозволенио ниво на изложеност)

WHO - World health organization(Светска здравствена организација)

IAQ - Guidelines in Japan (Водич во Јапонија)

GEI - Green Gard Environment Institute (Американски систем на означување од Институтот за зелена заштита на животната средина)

PM₁₀ - Particulate Matter 10 (Честички кои имаат еквивалентен аеродинамички дијаметар од 10 микрометри или помалку (т.е $\leq 10 \mu\text{m}$))

TSP -Total Suspended Particles (Вкупни суспендирани честички)

БТО - Багер транспортна лента одлагач

NERDDC -National Energy, Research, Development, and Demonstration Council
(Национален совет за истражување на енергија, развој и демонстрација на Австралија)

SPCC - Spillage Prevention and Control Countermeasures (Програма за противмерки за спречување и контрола на излевањата)

EFR -Emission Factor Rating (Рејтинг на факторот на емисија)

EEA - European Environmental Agency (Европска агенција за животна средина)

TVOC -Total Volatile Organic Compounds (Вкупни испарливи органски компоненти)

VOC - Volatile Organic Compounds (Испарливи органски компоненти)

VKT-Vehicle Kilometres Travelled (Поминати километри на возилото)

11. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

- Збирката на фактори на емисија на загадувачи на воздухот позната под насловот AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources*)- издадена од Агенцијата за заштита на животната средина на САД (USEPA).

- Водичите за техники за процена на емисиите (ТПЕ) издадени од австралиското Министерство за животна средина, води, наследство и уметност.

- Прирачникот за емисионите фактори за загадување на воздухот и од алтернативните методи усвоени од државните и локалните агенции во регионот WRAP Калифорнија (www.arb.ca.gov/ttn/chief/ap42), областа Clark во Невада (www.co.clark.nv.us/air_quality) и областа Maricopa - Arizona (www.maricopa.gov/envsvc/air).

- Martin Engineering - Foundations³, Neponset, Illinois U.S.A., the Practical Resource For Total Dust & Material Control, R. Todd Swinderman, P.E., Lrry J. Goldbeck & Andrew D. Martin.

- Миомир Микич, Даниел Кржанович, Миленко Јованович: „Супресија, настанување и подигнување на прашина на површинските копови при камионски транспорт“, Институт за рударство и металургија, Бор.

- Проф. д-р Ранко Борович: „Камионски транспорт на површински копови“.

- Гвозденович С., Команович М., Черан Н.: „Предло- решенија за одлагање на идните количини на електрофилтерска пепел“.

- Мираковски Д., Деспотов З.: „Контрола фугитивне прашине на местима транспортера- решење за слагалицу“, Транспорт и логистика, бр.7, ИСЧН 1451-107X, Београд, 2004.

- Мираковски Д.: „Controlling Fugitive Dust at Transportation Roads – Cost or Profit“, International Conference on Mine Transportation, Budva, May 2005, Serbia and Montenegro.

- Мираковски Д., Кепевски А., Десподов З.: „Можности за примена на современи методи за заштита од фугитивната прашина во Цементарница Усје-Скопје, Меѓународно советување – Цемент 2002, 15-18 мај 2002, Струга, Македонија.

- Мираковски Д., Грујиќ М., Кисиќ Д.: „Wind erosion prevention at TENT fly ash ponds,, 4 Regional Conferens on EMS Implication on Electric Power Industry, Tara 11-15 September, 2006, Serbia.

- Пелтечки Д.:магистерски труд „Загадувачки материи во амбиенталниот воздух“, стр.21,јуни 2010.

- Мираковски Д.: „Контрола на фугитивната прашина во рударската индустрија,, Збирка на трудови на Рударско-геолошкиот факултет, јуни 2002, Штип.

- United States Environmental Protection Agency (USEPA) (1995). *Emission Factors & AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors*. Преземено на 13 април, 2010. <http://www.usepa.gov>.

- Australian Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2001). *Emission Estimation Technique Manual for Mining, Version 2.3, National Pollutant Inventory Publications*, 8 – 18, 35 – 44.

- Australian Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (1998). *Emission Estimation Technique Manual for fugitive emissions, National Pollutant Inventory Publications*, 47 – 49.

- Australian Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (1998). *Emission Estimation Technique Manual for railway yard operations, Version 2.0. National Pollutant Inventory Publications*, 20 – 21, 33.

- Australian Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (1998). *Emission Estimation Technique Manual for combustion engines, Version 3.0. National Pollutant Inventory Publications*, 7 – 8, 23 – 27.

- Bowers, J.F., J.R. Bjorklund and C.S. Cheney, 1979:Industrial Source Complex (ISC) Modelo de dispersionUser's Guide. Volume I, EPA-450/4-79-030, U.S.Environmental Protection Agency, Research TrianglePark, North Carolina 27711.

- Bowers, J.R., J.R. Bjorklund and C.S. Cheney, 1979:Industrial Source Complex (ISC) Modelo de dispersionUser's Guide. Volume II, EPA-450/4-79-031, U.S.Canarina Algoritmos Numéricos S.L.Environmental Protection Agency, Research TrianglePark, North Carolina 27711.

-Briggs, G.A., 1969, Plume Rise, USAEC Critical ReviewSeries, TID-25075, National Technical InformationService, Springfield, Virginia 22161.

- Briggs, G.A., 1979: Some Recent Analyses of Plume Rise Observations, In Proceedings of the Second International Clean Air Congress, Academic Press, New York.
- Briggs, G.A., 1972: Discussion on Chimney Plumes in Neutral and Stable Surroundings. Atmos. Environ., 6, 507-510.
- Briggs, G.A., 1974: Diffusion Estimation for Small Emissions. In ERL, ARL USAEC Report ATDL-106. U.S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge, Tennessee.
- Briggs, G.A., 1975: Plume Rise Predictions. In Lectures on Air Pollution and Environmental Impact Analysis, American Meteorological Society, Boston, Massachusetts.
- Gifford, F.A., Jr. 1976: Turbulent Diffusion – Typing Schemes: A Review. Nucl. Saf., 17, 68-86.
- Hicks, B.B., 1982: Critical assessment document on acid deposition. ATDL Contrib. File No. 81/24, Atmos.
- Turb. and Diff. Laboratory, Oak Ridge, TN. Pasquill, F., 1976: Atmospheric Dispersion Parameters in Gaussian Plume Modeling. Part II. Possible Requirements for Change in the Turner Workbook Values. EPA-600/4-76-030b, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711. DISPER 5.2.

12. ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1 - МОДЕЛ 1 - Дисперзија на прашина од Депонија за јаглен во РЕК Битола

ПРИЛОГ 2 - МОДЕЛ 2-Дисперзија на прашина од Одлагалиштето за пепел во РЕК Битола

ПРИЛОГ 3 - МОДЕЛ 3 - Дисперзија на прашина од транспорт на јаглен и формирање на Депонија во РЕК Битола