



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
Катедра за Инжинерство на животна средина
Штип

Дипл.руд.инж. Томе Даневски

**ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ОД ОДЛАГАЛИШТЕТО
ЗА ОТКРИВКА И ФЛОТАЦИСКОТО ХИДРООДЛАГАЛИШТЕ ВО РУДНИКОТ
ЗА БАКАР “БУЧИМ”, СО ПРЕЗЕМАЊЕ НА МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА**

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД-

Штип, Февруари 2012

Комисија за оценка и одбрана:

Ментор: Проф д-р Борис Крстев
Редовен професор, Факултет за природни технички науки
при Универзитетот “Гоце Делчев” – Штип

Член: Проф д-р Зоран Панов
Вонреден професор, декан на Факултет за природни
технички науки при Универзитетот “Гоце Делчев” – Штип

Член: Проф д-р Благој Голомеов
Редовен професор, на Факултет за природни технички
науки при Универзитетот “Гоце Делчев” – Штип

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател: Проф д-р Благој Голомеов
Редовен професор, Факултет за природни технички науки
при Универзитетот “Гоце Делчев” – Штип

Член: Проф д-р Зоран Панов
Вонреден професор, декан на Факултет за природни
технички науки при Универзитетот “Гоце Делчев” – Штип

Член: Проф д-р Борис Крстев
Редовен професор, на Факултет за природни технички
науки при Универзитетот “Гоце Делчев” – Штип

Научно поле: техничко-технолошки науки

Научна област: инженерство на животна средина

Датум на одбрана: 15.02.2012

Голема благодарност изразувам на мојот ментор проф.др. Борис Крстев, за несебичната помош при утврдувањето на темата, користење на стручни совети и сугестии, како и морална поддршка при изработката на овој труд.

Посебна благодарност до моето семејство сопругата Катерина и синовите Давид и Леонид, за нивното разбирање и поддршка.

Томе Даневски

Краток извадок :

Во овој магистерски труд е извршена проценка на влијанието врз животната средина од одлагалиштето за отквивка и флотациското хидроодлагалиште во рудникот за бакар “Бучим”, со преземање на мерки за заштита.

Анализирани се најголемите причини за загрозување на животната средина. Тука се става акцент на отпадните води од одлагалиштето на површинската отквивка, водите од Бучимското езеро , истечните води од хидроодлагалиштето , лебдечки фракции на минерална прашина и др.

Мониторингот и испитувањата, генерално ќе бидат поделени на два периоди. Првата анализа ќе биде опфатена во фаза 1 и истата се однесува за периодот од 2005 година, кога водотеците од Бучимско езеро и Јасенов дол се влеваа директно во Тополничка река. Втората анализа е опфатена во фаза 2, а тоа е периодот по 2010 година, кога се става во функција системот за зафаќање на дренажните води од постоечкото одлагалиште за отквивка и одведување во хидроодлагалиштето.

Извршен е мониторинг со примероци на води, почва, амбиентниот воздух, мониторинг со примероци на мов и прав од поткровни греди.

За одлагалиштето за отквивка се предлага мерките за рехабилитација да бидат пред се насочени кон ограничување (блокирање) на можните извори на загадување, односно спречување на емисиите на опасни компоненти надвор од зоната на овие објекти (пред се преку водите).

Флотациското хидроодлагалиште би можело да биде рехабилитирано во правец на создавање на нови вредности, во прв ред нови растителни и животински станишта, шумски заедници, водени хабитати и сл.

Клучни зборови: дренажни води, животна средина, површинска отквивка, хидроодлагалиште, загадување, минерална прашина.

Abstract:

Within this master paper work an estimation of the influence that the tailing dump or waste as well as the flotation hydro tailing dump are having over the environment in the copper mine "Buchim" has been done by undertaking protection measures.

The biggest reasons for jeopardizing the environment have been analyzed. The main emphasize is put on the waste waters in the tailing dump on the surface, the waters of the Buchim Lake, the run-off waters of the hydro tailing dump, the floating fractions of the mineral dust etc.

In general, the monitoring as well as the investigations will be divided into two periods. The first analysis will be included into the Phase 1 and it is relating the period from the year 2005 when the watercourse of the Buchim Lake and of the Jasenov Dol were directly flowing into the River of Topolnica.

The second analysis is included in Phase 2, that is the period after the year 2010 when the system for covering the drainage waters of the already existing tailing dump and leading to the hydro tailing dump has started to function.

A monitoring with samples of waters, soil and an ambient air as well as a monitoring with samples of moss and dust of the rafters have been done.

It is proposed that for the unrevealed tailing dump the measures for remedation should be directed towards blockade of the possible sources of contamination, that is to prevent the emissions of the dangerous components outside of the zone of these objects (all above through waters).

The flotation hydro- tailing dump should be rehabilitated in the direction of creating new values, in first line creating new floral and faunal residences, forest communities, water habitats etc.

Key words: Drainage waters, environment, surface revealing, hydro tailing dump, contamination, mineral dust.

СОДРЖИНА:

1	ВОВЕД	1
2	ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	3
3	ВЛИЈАНИЕ НА РУДАРСТВОТО ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	4
3.1	Влијание на минералната технологија врз животната средина	10
4	ОСНОВНИ ИНФОРМАЦИИ ЗА РУДНИКОТ БУЧИМ	17
4.1	Опис на локацијата на животната средина на подрачјето	18
4.1.1	Географска положба на локацијата на рудникот за Бакар Бучим ...	18
4.1.2	Климатско – метеоролошки карактеристики на подрачјето	19
4.1.3	Геоморфолошки карактеристики на подрачјето	21
4.1.4	Непосредна околина на рудникот Бучим	23
5	ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС ВО РУДНИКОТ БУЧИМ	27
5.1	Опис на технолошкиот процес	27
5.1.1	Суровинска база (рудни резерви)	27
5.1.2	Технологија на откопување и транспорт на рудата и раскривката .	28
5.1.3	Технолошки процес на подготовка и концентрација на бакарна руда	33
5.1.4	Технолошка постапка	34
6	ВЛИЈАНИЕ НА ОДЛАГАЛИШТЕТО ЗА ОТКРИВКА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	43
6.1	Релјефни промени	43
6.2	Ерозија на одлагалиштето за откривка	44
6.3	Промена на квалитетот на водите	45
6.4	Концентрација на соли во водата и почвата	47
6.5	Аеро контаминација на просторот со прашина, гасови и бучава	48
6.6	Бучавата како фактор на загадување	51
6.7	Влијание на одлагалиштето за откривка, врз флората и фауната	52

7	ВЛИЈАНИЕ НА ФЛОТАЦИСКОТО ХИДРООДЛАГАЛИШТЕ ТОПОЛНИЦА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	53
7.1	Флотациски хидроодлагалишта - Општо	53
7.2	Формирање на брана Тополница - Бучим	54
7.3	Влијание на флотациското хидроодлагалиште Тополница врз животната средина.....	56
7.3.1	Влијание врз водите	56
7.3.2	Влијание врз воздухот	58
7.3.3	Влијание врз земјиштето	59
8	МЕТОДИ И НАЧИНИ НА ЗЕМАЊЕ МОСТРИ	60
9	СИСТЕМ НА МОНИТОРИНГ, РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА	72
9.1	Фаза 1	72
9.2	Фаза 2	81
9.3	Мониторинг со примероци на почва	81
9.4	Мониторинг на квалитетот на води на Река Крива Лакавица	84
9.5	Мониторинг на амбиенталниот воздух	90
9.5.1	Биомониторинг со примероци на мов	92
9.5.2	Мониторинг со примероци прав од поткровни греди	95
9.6	Визуелна споредба на Фаза 1 и Фаза 2	97
10	ОПТИМАЛНИ МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ВОДАТА, ВОЗДУХОТ И ЗЕМЈИШТЕТО ОД МОМЕНТАЛНИТЕ И ДОЛГОРОЧНИ НЕГАТИВНИ ВЛИЈАНИЈА	100
10.1	Мерки за заштита на водите.....	101
10.1.1	Мерки за намалување на количеството на води кои излегуваат од зоната на рудникот	101
10.1.2	Мерки за пречистување и контрола на квалитетот на ефлуентните води.....	103
10.2	Мерки за заштита на воздухот	109

10.2.1	Мерки за контрола на прашина во производните процеси.....	110
10.2.2	Мерки за контрола на еолската ерозија на флотациското одлагалиште.....	117
10.2.3	Технологии за изолација на потенцијалните извори на фугитивната прашина.....	121
10.2.4	Технологии за површинска стабилизација.....	122
10.2.5	Прскање со вода.....	123
10.2.6	Употреба на биндери за креирање на површинска кора.....	126
10.3	Мерки за заштита од декомпресирање и затворање на рудникот.....	127
10.4	Административни мерки.....	133
11	СОБИРАЊЕ НА ПОДАТОЦИТЕ, НИВНА ЕВАЛУАЦИЈА И ПРЕЗЕНТАЦИЈА.....	134
12	ЗАКЛУЧОК.....	136
13	ПРЕГЛЕД НА ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА.....	141
14	КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	143

1 ВОВЕД

Рударската експлоатација како една од најстарите човечки активности, доведе до тоа да поголем дел од наоѓалиштата од сите видови на минерални сировини биде значително исцрпен. Во текот на историското минато од областа на рударството, забележани се периоди каде што примарна движечка сила е профитот, констатирана е нерационалност во експлоатацијата и скоро никаква грижа за последиците во поглед на влијанијата врз животната средина.

Во таа насока, согласно темата на ова магистерска работа, ќе се направи комплетна анализа на загрозувањето на животната средина од одлагалиштето за откривка и флотациското хидроодлагалиште во рудникот за бакар „Бучим“ и ќе се посочат конкретни мерки за заштита.

Ќе бидат особено анализирани најголемите причини за загрозување на животната средина, тука ќе се стави акцент на отпадните води од одлагалиштето на површинската откривка, водите од Бучимското езеро и истечните води од хидроодлагалиштето, вклучително со останатите чинители од хидроодлагалиштето и одлагалиштето на површинска откривка, кои претставуваат основни причини што имаат негативно влијание врз животната средина.

Со оглед на фактот што во времето на проектирање и изградба на рудникот, мерките за заштита на животната средина не биле приоритетно прашање, одредени негативни последици од работењето изразени низ загадувањето на водите, воздухот и почвата се присутни подолг временски период. Посебно загрижува фактот, што загадувањето на животната средина, не престанува со сопирање на работните операции, туку напротив се интензивира, поради што е неопходно превземање на системски решенија со ефекти на подолг временски период.

Основните објекти за депонирање на отпадот (депониите за рудничка и флотациска јаловина) се проектирани и на нив е одложено повеќе од 70% од планираните вкупни количини. Начинот на изградба и користење на депониите не е најсоодветен од аспект на заштитата на животна средина, па овие два објекта се основни извори на загадување и на водите, воздухот и почвата. Со оглед на тоа што промени во технологиите на нивно функционирање не се

можни, единствено решение е превземање на соодветни мерки, кои само би можеле да ја ублажат ваквата состојба.

Како резултат на долготрајно испуштање на контаминирани води доаѓа до таложење на штетни материји, со што доаѓа до контаминација на околното земјиште, водите и воздухот.

Влијанието од одлагалиштето за отквивка и хидроодлагалиштето е двојно.

Директно влијание, изразено преку физичко заземање на земјиштето и индиректно, изразено преку загадувањето на околното земјиште со контаминирани води и со дисперзија на јаловинската агресивна прашина како резултат на воздушните струења.

Резултатите од испитувањата на квалитетот на почвата и седиментите ќе покажат колку истите се контаминирани со тешки метали и што треба да се преземе за нивно подобрување и заштита од понатамошна контаминација.

2 ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Основни цели на истражувањето во ова магистерска работа се во функција на пресметување, проценка и анализа на влијанието врз животната средина на одлагалиштето за рудничка открийка и флотациското хидроодлагалиште од рудникот Бучим, каде ќе бидат наведени:

- релјефни промени
- ерозија на одлагалиштето од рудничката открийка
- промена на квалитетот на водите
- концентрација на соли во почвата и водите
- мерки за заштита на водите
- мерки за заштита на почвата
- мерки за заштита на воздухот
- административни мерки за заштита
- заклучоци и препораки

За таа цел ќе се извршат низа на активности кои опфаќаат:

- Прибирање на расположливи литературни податоци за проблематиката
- Поставување на мониторингот(топогравска карта)
- Сумирање на веќе извршени анализи од почвата и водата на предметниот терен за испитување
- Вршење на испитувања и анализи:
 - земање проби од Бучимското езеро
 - земање проби од Меданска река
 - земање проби од хидроодлагалиштето
 - земање проби од Тополничка река
 - земање проби од почвата под одлагалиштето за рудничка открийка
 - земање проби од почвата околу Тополничка река, вклучително со Дамјанско поле
- Подготовка на примероци за анализа
- Анализа на тешки и токсични метали на собраните примероци

3 ВЛИЈАНИЕ НА РУДАРСТВОТО ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Влијанието на рударските активности врз околината се јавува скоро во сите фази од рударскиот циклус: подготовката на теренот, ископувањето, сепарацијата и преработката на рудата, одводнувањето кое се презема за да се овозможат рударските операции и истекување на загадените води од јаловиштето.

Неповолните влијанија на површинската експлоатација повеќекратно неповолно се одразуваат на човековата околина и животната средина, што може да се види од:

- заземање на земјиштето,
- деградација на екосистемот и пејсажот и
- промена на режимот на водите.

Заземање на земјиштето - Заземањето на големи површини од земјиштето за потребите на рударството е најзначаен облик на неповолно делување врз природната средина.

Многу автори во достапната литература од областа на рударството тврдат дека земјиштето за потребите на рударството се ангажира привремено, односно дека заземеното земјиште после искористувањето на наогалиштето на минерална суровина може да се врати во првобитната намена. Тоа е само делумно точно. Имено, не постојат ни теоретски услови дека земјиштето во потполност ќе се врати во првобитната намена со неизменет квалитет на плодниот слој и обновен идентитет на пејсажот, и покрај големите напори кои во пооделни земји се прават за обновување на оштетеното земјиште како и значајните резултати кои се постигнати досега во тие настојувања. Постојат реални причини за следното тврдење:

- после завршените рударски работи се појавува дефицит во земјината маса за количината на извадената минерална суровина, а тој дефицит зависи од коефициентот на откривката. Како последица на дефицитот во земјината маса, во теренот остануваат депресии (вдлабнувања) кои плански или спонтано се исполнуваат со вода, што значи дека тој дел од површините не може да биде вратен на првобитната намена;

- при откопувањето на отквивката и нејзиното одлагање по правило се врши пореметување на геолошките пластови и мешање на различни соединенија, па поради тоа, при одлагањето на отквивката и покрај најдобрите намери не е можно да се обнови првобитниот геолошки состав на земјиштето, а тоа значи ниту режимот на подземните води;
- примената на моќна механизација и се поголемите барања за зголемување на ефикасноста во производството, оставаат само можност да се сочува хомоген површинскиот слој на плодното земјиште дури и таму каде се применува негово селективно кинење.

Рударството можеби не е најголем, но сигурно е еден од најголемите “потрошувачи” на земјоделско земјиште. Неговата предност е во тоа, што во однос на другите потрошувачи (развој на населби, изградба на сообраќајници и сл.), што постои можност за обновување на оштетеното земјиште.

Деградација на екосистемот и пејсажот - Прекопувањето на земјиштето има за последица не само деградација на хумусот и пореметување на геолошката структура на земјиштето, туку и оштетување на “биогено-ценолошкиот покривач”, односно деградација на животинскиот свет и вегетацијата, како онаа која ја створила природата така и онаа која ја створил човекот. Значи, доаѓа до пореметување на еден екосистем на релативно голем простор.

Претежно рамничарските подрачја во кои се наоѓаат големите површински копови, многу ретко опфаќаат предели со природни и пејсажни вредности кои бараат посебен режим на заштита (национални и регионални паркови, природни резервати), иако таа можност не е сосема исклучена. Во секој случај, уште не се случило определен природен резерват да го запре понатамошното ширење на површинските копови, но затоа пак има повеќе примери кога во зоните на рекултивација после престанувањето на рударските активности се оформени пределски целини во кои е обновена автохтоната флора и фауна типична за нивното поднебје (регион “Фире” во Шкотска, Хесенскиот лигнитски басен во Германија и сл.). Во некои од земјите (В. Британија, Германија) се постигнуваат многу добри резултати во обновувањето на пределите оштетени со рударските работи.

Промена на режимот на водите - При отворањето на површинскиот коп се пристапува кон снижување на дотокот на подземни води во работната средина на копот. Бидејќи подземните води се наоѓаат околу и во минералната суровина нивото на подземни води во копот треба да се намали до најниската кота која ќе го обезбеди копот од продирањето на вода. Намалувањето на нивото на подземни води се постигнува преку “филтерски бунари”, чија длабочина може да изнесува и преку 500m, и подводни пумпи.

Намалувањето на подземните води зависи од големината на факторите, како на пример, од положбите и големината (длабината) на површинските копови, потоа од геолошкиот состав на почвата, од хидрогеолошкиот режим на подрачјето пред снижувањето на режимот на подземните води и сл.

Неповолните ефекти од намалувањето на нивото на подземни води во околината на површинските копови може да се поделат во две групи:

- исушување на земјиштето што може да влијае на приносите во земјоделието, посебно во сушниот период и на повлекување на водата од природните извори и бунари кои служат за снабдување на населението и стопанството со вода.
- слегнување на теренот поради повлекување на подземните води кои може да предизвикаат појава на пукнатини на тлото и оштетување на сообраќајниците и градежните објекти.

Независно од тоа дали експлоатацијата е површинска или подземна, се создаваат видни промени кои имаат негативно влијание врз животната средина.

Подземната експлоатација предизвикува неповратни деформации на земјината површина и претставува причина за оштетување на зградите и индустриските објекти, како и објектите на инфраструктурата. Промената на морфологијата на теренот доведува до создавање на езера или бари. Во реоните каде што експлоатацијата се врши на помали длабочини се појавуваат зарушувачки деформации во вид на прагови, пукнатини и залегнувања. Загрозувањето на Земјината површина особено е изразена при откопување со методата без пополнување на откопаниот простор. Геомеханичката промена на првобитната состојба на напрегања во карпестиот масив може да предизвика тектонски удари кои може да се манифестираат и на површината. Со јамскиот

воздух, воздухот во близина на рудникот се загадува со значителна количина на минерална прашина и отровни гасови кои се создаваат во технолошкиот процес на експлоатација (минирање, дизел опрема, дупчење итн). Од подземните рудници се испуштат води во водотеците со значителна количина на минерализација. Исто така, опасноста од загадување се зголемува кога откопаниот простор се пополнува со флотациска јаловина, па водата содржи и штетни реагенси од процесите на флотација. Со јамската јаловина се одложува и сиромашна руда кој под влијание на атмосферските врнежи се раствора и ги загадува подземните води и водотеците во близината на одлагалиштата што негативно влијае на животната средина.

Во табела 3.1 прикажано е загадувањето на воздухот, водата и почвата како резултат на рударските активности: откопување, транспорт и преработка на минерални сировини.

Табела 3.1 - Рударски активности и начинот на кои тие ги загадуваат воздухот, водата и почвата

Table 3.1 - Mining activities and the manner by which they are polluting the air, the water and the soil.

	Подпроцеси / Subprocess	Воздушна емисија / Air emission	Процеси на отпадни води / Wastewater process	Останати отпадоци / Other waste
Откопување на минералите / Digging minerals	Бушење, минирање, секундарно минирање / Drilling, blasting, secondary blasting	Честички, издувни гасови од машини / Particles, exhaust gases from machines	Површинско течење, каптажа на подземни води / Surface flow, ground water reservoir	Откривка (земја, карпи) / Overburden (soil, rock)
Транспорт на минералите / Transport of minerals	Утовар, транспорт со ленти, посипување при транспорт, истоварање / Loading, transport belts, sprinkle during transport, damping	Честички, издувни гасови од машини и возила / Particles, exhaust gases from machines and vehicles	Вода за транспорт на рудата до преработка / Water for ore transport to the processing	
Преработка на минералите / Processing of minerals	Дробење, мелење, сеење, перење, сушење, калцинација, флотација / Crushing, grinding, screening, washing, drying, flotation	Честички / Particles	Транспортна вода, руда, продукти од испраната вода, вода со прашина, вода од класификатори, полутешка сепарациска вода, вода со раствори, итн. / Water for transport, ore, products from water, water with dust, water from classifiers, etc.	Јаловина / Waste

Влијанието на рударството врз животната средина е големо и после завршувањето на рударските работи.

Рудниците кои трајно или привремено ги затвориле производните процеси, вршат загадување на околината во следните случаи:

- разнесување на штетни материи од напуштените погони и објекти со помош на ветерот;
- загадување на земјиштето преку загадените води кои се појавуваат извесен период по престанувањето на производството;
- со еолска ерозија на нерекултивирани одлагалишта на јаловините;
- преку оксидација на остатокот на јаглен и емисија на штетни гасови од сепарациите на јаглен и друго.

Со завршувањето на рударските активности не завршува и проблемот со загадувањето, напротив, овој проблем може да трае со векови и после затворањето на рудникот. проблемот со затворените рудници се појавува после одредено време по престанувањето со работа и исцрпувањето на водата од рудниците. Нивото на подземните води за време на ископувањето е пониско поради исцрпувањето, и по престанувањето на исцрпувањето на водата, се враќа на првобитното ниво. Водата тогаш го поплавува рудникот и истекува низ поткопите во речните долини и реки. Оваа вода е загадена и најчесто претставува кисела рудничка дренажа.

Влијанијата од киселата рудничка дренажа врз водениот, животинскиот и растителниот свет може да бидат сериозни. Многу потоци погодени од кисела рудничка дренажа имаат рН вредност 4 или помала, па растенијата, животните и рибите веројатно нема да преживеат во вода како оваа.

Во киселите руднички дренажи може да има и растворени токсични метали, како што се бакар, алуминиум, кадмиум, арсен, олово и жива, од околните карпи. Дури и во многу мали концентрации металите може да бидат токсични за луѓето и живиот свет. Овие метали може да ги загадат потоците, почвите и подземните води на големи растојанија, предизвикувајќи помор на рибите, влијанија врз растот, однесувањето и способноста за репродукција.

Металите се особено проблематични бидејќи се таложат на дното, остануваат во потокот подолг временски периоди, обезбедувајќи долгорочен извор на загадување на живиот свет.

Дренирањето на кисела вода од рудниците трае со години. Штом ќе започнат реакциите практично не е возможно да се сопре киселата рудничка дренажа, туку може само да се намали и контролира или да се спречи почетокот на реакциите.

За оневозможување или значително намалување на кисела рудничка дренажа, неопходно е да се отстрани еден од трите фактори кои ја создаваат, а тоа се: вода, кислород или бактерии.

3.1 Влијание на минералната технологија врз животната средина

Имајќи во предвид дека најголем дел од минералните сировини се со релативно слаб квалитет и содржина на корисни компоненти, нивната валоризација се врши со методите на минералната технологија со цел да се добијат комерцијални производи. Во индустриска примена се сите методи од селективно ситнење, класирање, преку гравитациска, магнетска, електро-статска и флотациска концентрација до хемиско и биохемиско третирање на рудите. Зголемениот бројот на рудници и воведување на нови процеси во експлоатацијата и минералната технологија доведува до пораст на загадувањето на животната средина. Порано воопшто не се водело сметка за тоа и многу често флотациската и другата јаловина директно се испуштале во околните реки со сите штетни материји во себе, како што се органските и токсични материји (феноли, цијаниди, амонијак, соли на тешки метали, тешки метали и друго). Процесите на минералната технологија и денеска влијаат на загадувањето на животната средина, иако зачително помалку отколку претходните 30-тина години од минатиот век.

Преработката на минералните сировини има големо влијание врз животната средина и тоа од самиот процес на обработка на рудата, па се до депонирање на јаловината на јаловиштата.

Од сите процеси во минералната технологија најнепосакуван процес од аспект на екологијата е процесот на флотациска концентрација. Со флотациската концентрација се добива голема количина на цврсти, ситни честички диспергирани во вода кои мора да се одложат во посебно изградени хидроодлагалишта. Негативна последица е и големата количина на отпадни води со суспендирани материји и можни недозволени присутни штетни јони на тешки метали, OH^- јони и органски загадувачи.

Во самиот процес на флотациска концентрација се користат флотациски реагенси кои подоцна заедно со водата и јаловината се изнесуваат на флотациските одлагалишта.

Флотациските одлагалишта делуваат на животната средина преку земјиштето, водата и воздухот, а преку нив на целокупниот растителен и животински свет, па и на човекот. Тоа влијание може да се разгледува низ следните елементи:

- заземање на земјиштето за нивно формирање;
- загадување на површинските водотеци со испуштање на вишокот или целокупните води од таложното езеро и со испуштање на дренажните води;
- загадување на подземните водни текови со филтрациски и провирни води;
- загадување на воздухот со најситни честички од просушената јаловина, кои се разнесуваат под дејство на воздушните струења;
- загадување на земјиштето при таложење на честичките разнесени со ветерот или негова контаминација со загадените води;
- потенцијална опасност од хаварии при рушење на браните кои може да резултираат со големи материјални штети и можни човечки жртви.

Интензитетот на негативното влијание на минералната технологија врз животната средина зависи од карактеристиките на суровината, особено присуството на ситни фракции и лесно растворливи минерали во чиј состав влегуваат штетни елементи како што се тешките метали.

Тешките метали се чести и значајни контаминанти на животната средина и потврдено е дека многу од овие метали присутни во поголема концентрација може да го загорзат здравјето на човекот и животните. Според тоа последните години извршени се бројни испитувања за потеклото и нивото на контаминација во животната средина од овие елементи. Посебно загорзени подрачја се рударските средини, особено рудниците со полиметална руда, во кои што се застапени природни и антропогени извори на загадување. Како значаен извор на контаминација со тешки метали во подрачја околу патиштата е и самиот транспорт на рудата со отворени камиони од рудните наоѓалишта, па се до топилниците или другите крајни корисници. При ваквиот транспорт може да се очекува со текот на времето да дојде до зголемена контаминација на околното земјиште.

Високата содржина на тешки метали негативно влијае на квалитетот на почвата, кое се манифестира преку блокирање на реакциските способности на хуминските киселини и пореметување на процесот на формирање на хумусен материјал. Кога тешките метали реагираат со хумусните материјали ги раскинуваат нивните врски со минералниот дел на почвата што доведува до

деструкција на почвената структура и делумно губење на хумусот, како и до намалување на антиерозивната способност на почвата.

Преку загадените почви тешките метали навлегуваат и во растенијата, како и во земјоделските култури. Голем дел од овие растенија покажуваат висока резистентност на тешките метали, и така успешно опстануваат на вакви метализирани подлоги. Резистентноста на одредени градинарски култури претставува посебна опасност бидејќи се користат за исхрана на човекот.

Металите се природно настанати елементи и животот еволуирал во нивно присуство, па некои од металите се битни за организмите. Според токсичноста металите може да се поделат во три групи и тоа: небитни, битни и битни само за некои организми.

Табела 3.2 - Невитни елементи

Table 3.2 - Unessential elements

Елемент Element	Недостатоци Shortage deficiency	Оптимален ранг за функција Optimal range function	Прекумерна токсичност Excess toxicity
Арсен Arsenic (As)	Не се познати корисна функција No known useful function		Многу отровен. Карциноген за човекот. Highly poisonous. Carcinogenic in humans.
Кадмиум Kadmium (Cd)			Поврзани со артериска хипертензија и насилно гадење. Акумулација во живите и срцевите ткива. Намалена раст на земјоделски култури и се акумулираат во растителните ткива. Linked to arterial hypertension and violent nausea. Accumulation in live and kidney tissue. Depressing growth of crops and is accumulated in plant tissue.
Олово Lead (Pb)			Отровот се акумулира во телото на луѓето и животинскиот свет. Луѓето може да страдаат од акутна или хронична токсичност. Accumulative body poison in humans and live stock. Humans may suffer acute or chronic toxicity.
Жива Mercury (Hg)			Многу токсични посебно на развојот на нервниот систем. Highly toxic esp. to the developing nervous system.

Арсенот се комбинира со други елементи, како кислород, хлор, и сулфур. Изложеноста на високо ниво на арсен може да предизвика смрт, додека изложеноста на арсен на ниско ниво, но на подолг период може да предизвика промена на бојата на кожата и појава на мали израстоци или брадавици.

Кадмиумот е екстремно токсичен метал и не е неопходен за нормално функционирање на организмот. Обично се наоѓа во секоја руда при преработка или топење. Преизложеност може да се случи дури и во ситуации каде што траги од кадмиум ќе се пронајдат во рудата. Кадмиум, исто така, може да се најде во некои индустриски бои и при испрскување може да претставува опасност. Акумулиран во бубрезите доведува до сериозни оштетувања. Труењето со кадмиум е многу сериозно проследено со висок притисок, оштетувања на бубрезите, оштетување на ткивото на тестисите. Високи вдишани концентрации доведуваат до емфизем и воспалување. Можни се токсични дејства од конзумирање на храна со кадмиум, пр. риба, во подолг временски период.

Загадувањето на водите со кадмиум може да се предизвика од индустриските постројки и водите од рудниците, а индиректно преку ерозија на земјишта, истекувања од свлечишта, контаминација со ѓубрива, горење на фосилни горива. Кадмиумот е природен конституент во површинската и подземната вода, како Cd^{+2} оксидациона состојба.

Оловото во мали количини (траги) се појавува во почвата и водата. Нема карактеристичен вкус и мирис, не се растворува во водата, но се комбинира со други хемикалии со формирање на оловни соли. Ова зависи од киселоста и температурата на водата. Изворите на олово во водата главно доаѓаат од индустриски активности како рударството, металната топилничка индустрија, горењето на фосилни горива, сообраќајот.

Изложувањето на олово е еден од најчестите проблеми во индустријата, а исто така е и ризик за здравјето на луѓето. Во случај на токсични концентрации кај човекот, оловото се појавува во коскената срж, може да влијае врз процесот на производство на хемоглобин, да учествува во развојот на коските наместо калциумот, особено значајно е влијанието кај децата кои имаат потреба (поради растот) од зголемени количини на калциум. Во најголем ризик се деца на возраст од шест години, бидејќи тие се во процес на брз невролошки и физички развој. Акутните труења може да доведат до дисфункција на бубрезите, репродуктивниот систем, централниот нервен систем и црниот дроб.

Табела 3.3 - Битни елементи

Table 3.3 - Essential elements

Елемент Element	Недостатоци Shortage deficiency	Оптимален ранг за функција Optimal range function	Прекумерна токсичност Excess toxicity
Кобалт Cobalt (Co)	/	Присутен е во витаминот B12, потребен е за формирање на хемоглобин. Игра улога во биолошката N ₂ - фиксација. Present in vitamin B12, required for the formation of hemoglobin. Plays a role in biological N ₂ - fixation.	/
Бакар Copper (Cu)	Анемија. Дистрибуирано формирање на коски. Anaemia. Distributed formation of bone.	Присутен е во цитохром и хемоцијанин. Суштински е за оксидацијата. Present in cytochrome and hemocyanin. Essential in oxidation.	Големи дози може да предизвика повраќање, гадење, пролив, грчеви или оштетување на црниот дроб. Токсичен е за рибите и водниот живот на ниски нивоа. Large doses may induce vomiting, nausea, diarrhea, cramps or hepatic damage. Toxic to fish and aquatic life at low levels.
Железо Iron (Fe)	Анемија Anaemia	Присутен е во хемоглобинот за транспорт на кислородот. Present in hemoglobin for oxygen transport.	Проблем е вкусот на водата. Causes taste problems in water.
Манган Manganese (Mn)	Анемија Anaemia	Присутен е во pyruvate carboxylase. Вклучени во синтеза на масни киселини и г्लукопротеини. Present in pyruvate carboxylase. Involved in synthesis of fatty acids and glycoproteins.	Влијае на вкусот на водата. Токсичен е за животните кога концентрацијата е висока. Affects water taste. Toxic to animals at high concentration.
Молибден Molybdenum (Mo)	/	Вклучени во процесите на пренесување на електрони. Азотната фиксација исто така е заедно со молибденскиот процес. Involved in electron transfer processes. Nitrogen fixation is also coupled to a molybdenum process.	/
Цинк Zinc (Zn)	Пораст на ретардацијата. Одложена сексуална зрелост. Growth retardation. Delayed sexual maturity.	Суштински за катализацијата на неколку ензими во метаболизмот на протеини и нуклеински киселини. Essential in several enzymes catalyzing the metabolism of proteins and nucleic acids.	Може да влијае на вкусот на водата кога е на високо ниво. Токсичен за некои растенија и риби. May affect water tastes at high levels. Toxic to some plants and fish.

Големата постојана изложеност на жива влијае врз стабилноста на нервниот систем и оштетување на бубрезите. Најголема веројатност за изложување на жива може да се појави во текот на рударството и рафинирањето на рудата со злато и сребро.

Цинкот е чест елемент присутен во животната средина. Во водата се појавува како Zn^{2+} катјон, во форма на растворени органски и неоргански соединенија или во нерастворливи форми како хидроксида, сулфати и карбонати.

Цинкот е присутен во земјината кора во форма на руда и пенетрира во подземните води преку овие наоѓалишта. Во површинските води се појавува од антропогените активности, како загадувач од индустријата (рударство, металургија, хемиска индустрија).

Контаминацијата со цинк конкретно е поврзана со рударството и топењето на рудата. Евентуално во помали количини може да дојде во почвата и површинските води преку миење на поцинкуваните покриви и депонирањето на животинското ѓубре. Со корозија на металните поцинкувани цевки, може да биде присутен во водата за пиење.

Цинкот како микроелемент, е неопходен во човечкиот организам, неговиот недостаток доведува до нарушување на човечките функции како во растот и во сексуалната зрелост. Од аспект на животната средина цинкот е потоксичен за растенијата, а помалку токсичен за животните и човекот.

Табела 3.4 - Елементи битни за некои организми

Table 3.4 - Essential elements for some organisms

Елемент Element	Недостатоци Shortage deficiency	Оптимален ранг за функција Optimal range function	Прекумерна токсичност Excess toxicity
Хром Chromium (Cr)	/	Вклучен е во гликозен метаболизам. Involved in glucose metabolism.	Cr (VI) е токсичен за луѓето и може да предизвикаат чувствителност на кожата. Cr (VI) is toxic to humans and can induce skin sensitization.
Јод Iodine (I)	/	Присутен е во тироксин и сродни соединенија. Present in thyroxine and related compounds.	/
Никел Nickel (Ni)	/	Компонента на уреаза а со тоа и дел од CO ₂ метаболизмот. Component of urease and thus part of the CO ₂ metabolism.	/
Селен Selenium (Se)	/	Ги активира глутатин пероксидазата за пречистување на слободните радикали. Activates glutathione peroxidase to scavenge free radicals.	/
Ванадиум Vanadium (V)	/	Регулирање на внатрешната сигнализација. Кофактор е на ензимите кои се вклучени во енергетскиот метаболизам. Можни терапевтски агенси во дијабетес. Regulating intracellular signalling. Cofactor of enzymes involved in energy metabolism. Possible therapeutic agent in diabetes.	/

4 ОСНОВНИ ИНФОРМАЦИИ ЗА РУДНИКОТ БУЧИМ

Рудникот Бучим и постројката за преработка на руда се изградени и почнале со функција во 1979 година, како претпријатие со државна сопственост. Во таа форма рудникот функционира до 2001 година, кога е продаден на странска компанија во Македонија, регистрирана под името Семкорп. По неуспехот и банкротирањето во 2003 година, рудникот престанува со работа. Во средината на 2004 година, по пат на јавен меѓународен тендер, рудникот добива нови сопственици и почнува со повторни активности на експлоатација и преработка на бакарна руда во рамките на приватната компанија ДПТУ Бучим Дооел-Радовиш. Компанијата е регистрирана во Р.Македонија со странски капитал, со седиште на ул. Маршал Тито бб во Радовиш. Од тогаш на ваму, рудникот работи со годишен капацитет од 4 милиони тони руда. Со новата развојна програма за наредните 10 години предвиден е развој и експлоатација на североисточната страна на централното рудно тело и локалитетите Вршник и Бунарџик.

Рудникот Бучим претставува единствен комбинат за ископ и преработка на бакарна руда во Република Македонија. Во тридецениското работење на рудникот имало повеќе успешни периоди, но и падови поврзани со многу ниската содржина на бакар и злато во рудата.

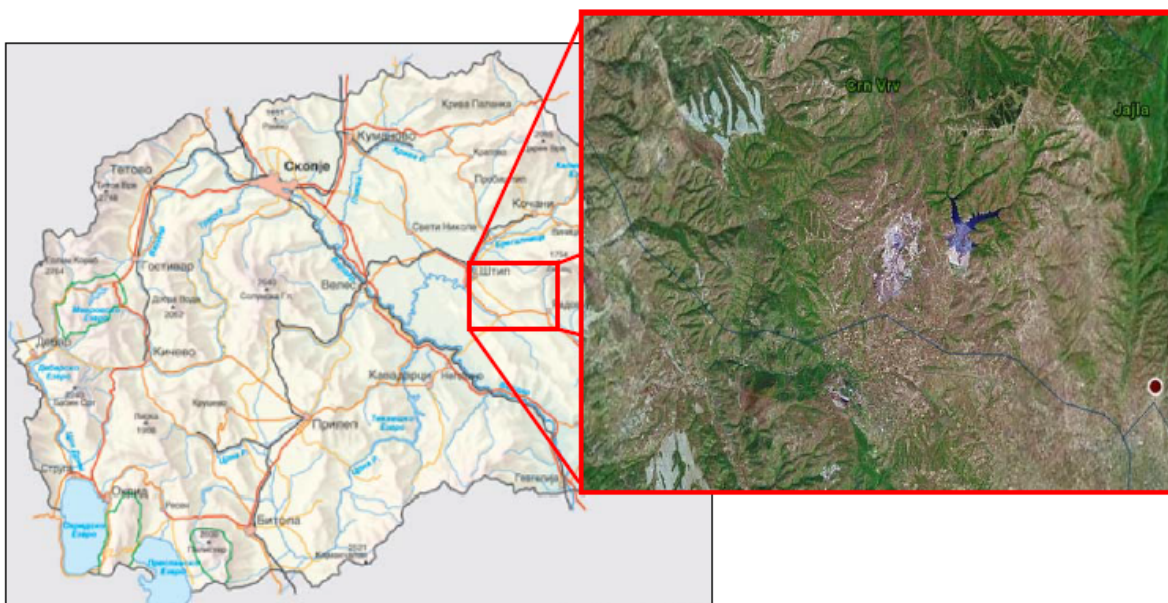
Во услови на висока цена на бакарот на светските берзи, а во насока на обезбедување на долгорочна континуирана работа на рудникот, ДПТУ Бучим Радовиш системски пристапи кон изработка на технолошки комплекс за лужење на бакарни руди за добивање на катоден бакар.

4.1 Опис на локацијата на животната средина на подрачјето

4.1.1 Географска положба на локацијата на рудникот за Бакар Бучим

Рудникот Бучим се наоѓа во непосредна близина на селото Бучим и лежи на јужните граници на планината Плачковица. Доминантен врв на најблиската околина е Вршник, со надморска височина 720 метри. Средна надморска височина на рудното наоѓалиште е 620 метри. Рудникот Бучим, територијално и административно, припаѓа на општина Радовиш. Од градот Радовиш е оддалечен 14 км, а од градот Штип е 30 км.

Комуникациската врска на рудникот е добра, преку асфалтен пат, со должина околу 3,5 км истиот е поврзан со регионалниот пат М-6 (Штип-Радовиш-Струмица). Најблиската железничка линија се наоѓа во Штип, оддалеченоста од главниот град е околу 95 км. Најблиско пристаниште е во Солун, на оддалеченост од околу 170 км.



Слика 4.1 Географска положба на рудникот Бучим

Figure 4.1 Geographical location of the mine Buchim

4.1.2 Климатско – метеоролошки карактеристики на подрачјето

Дистрибуцијата на загадувачките материјали, меѓу другото, зависи и од метеоролошките прилики. Се работи за взаемно дејство, бидејќи загадувачките материјали влијаат врз промената на климата. Тоа се манифестира како промени на температурата на воздухот, воздушни струења, облачноста, атмосферски талози, влажност на воздухот, неговите физичко-хемиски карактеристики и сл.

Подрачјето во кое припаѓа рудникот Бучим, се карактеризира со ниска, до средно голема надморска височина, орографска отвореност за долготрајни осончувања и оскудна висока вегетација. Ова подрачје се одликува со посебен температурен режим. Тој е резултат на наведените обележја и продорите на студени и топли воздушни маси во текот на годината, кој во зимските месеци условува доста ниски, а во летните месеци доста високи температури на воздухот. Поради тоа, ова подрачје се одликува со зголемено апсолутно температурно колебање, чија вредност изнесува 64,9 С.

Подрачјето спаѓа во подрачја со малку врнежи. Просечната годишна сума изнесува 472 мм. Во текот на годината, врнежите се нерамномерно распределени. Главниот максимум е во Мај со просечна месечна сума од 63,3 мм, секундарниот максимум е во Ноември просечно со 54,3 мм. Главниот минимум е во Август, просечно 29,3 мм а секундарниот минимум е во Февруари, просечно со 34,1 мм.

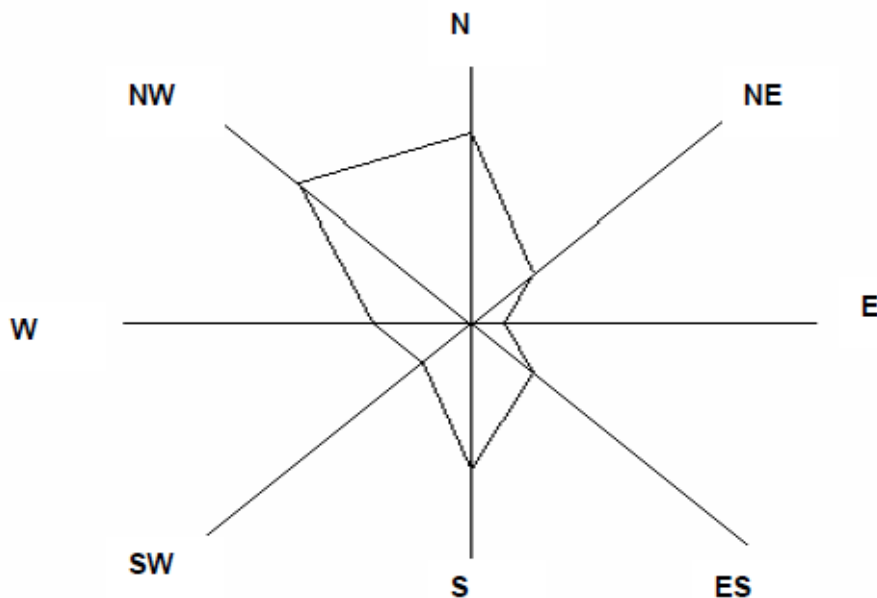
Подрачјето се карактеризира со зголемено траење на сончевото зрачење. Просечно годишно овде има 2 370 часови со сончево зрачење или просечно дневно 6,5 часови. Максимумот е во Јули, просечно 328 часови, или просечно 11 часови дневно а минимум е во Декември, просечно 80 часови или 2,6 часови на ден.

Просечна годишна релативна влажност изнесува 67% и во текот на годината постепено се смалува од Јануари до Август, а потоа, од Септември до Декември се зголемува. Во поедини години средната годишна релативна влажност се менува и отстапува во граници од 64% до 73%.

Регионот се карактеризира со ветрови. Просечната годишна брзина изнесува 5,7 м/с, а максимална брзина достигнува до 27,0 м/с Се јавува доста изедначено во текот на целата година, но со поголема зачестеност е во Јули и

Август. Просечната брзина изнесува 4,6 м/с во Август, до 8,8 м/с во Март. Југоисточниот ветер е втор по зачестеност во ова подрачје со просечна годишна 6,2 м/с и максимална до 27,0 м/с. Се јавува преку целата година, но со максимална зачестеност е во Март и Април. Во текот на годината просечната месечна брзина се движи од 3,3 м/с до 7,7 м/с. Ветровите од другите правци се јавуваат со значително помала зачестеност. Западниот ветер е со просечна годишна брзина од 3,3 м/с. Југозападниот ветер е со просечна годишна брзина од 2,9 м/с. Јужниот ветер е со просечна годишна брзина од 3,7 м/с. Североисточниот е со просечна годишна брзина од 2,4 м/с. Источниот ветер е со просечна годишна брзина од 4,1 м/с.

Зачестените ветрови, високите температури и смалената влажност на воздухот, особено во топлиот дел од годината условуваат високи вредности на потенцијалното и на стварното испарување од слободната водна и почвена површина. Испарувањето во овој регион е со најголеми вредности во целата земја. Просечното годишно испарување изнесува 1 246 литри од 1м² слободна водена површина. Максимумот е во Август и Јули, просечно 217 литри односно 213 литри, а минимумот е во Јануари просечно 29 литри од 1м²



Слика 4.2. Ружа на ветрови
Figure 4.2 “The winds rose”

4.1.3 Геоморфолошки карактеристики на подрачјето

Рудниот реон Бучим-Дамјан-Боров дол влегува во состав на металогенетската зона Леце-Халкидики со површина од 150 км², при што ги зазема нејзините средишни делови. Овој руден реон припаѓа на редот на најмалите рудни реони во оваа зона.

Границите на рудниот реон се јасно трасирани од поедините геолошки феномени. Источната страна е јасно означена со раседот на Тополничка река, кој го раздвојува Бучимскиот блок од Радовишкиот блок и Радовишкиот гребен. Во Бучимскиот блок ги имаме сите манифестации кои го чинат основното обележје на рудниот реон (систем на дробени структури, терциерен магматизам и минерализација), додека источно од овој блок вакви манифестации не се откриени. Западната граница е трасирана од раседната структура во правец на протегање СИ-ЈЗ, која го одвојува Штипскиот од Бучимскиот блок. На подрачјето на Штипскиот блок засега не се откриени појави на терциелни вулканити и рудна минерализација. Југозападната граница е вдолж раседот на Крива Лакавица која го одвојува Дамјанскиот блок од Лакавичкиот гребен. Во Дамјанскиот блок имаме интензивно пројавена вулканска активност и рудна минерализација типична за овој руден реон, додека во Лакавичкиот гребен овие манифестации изостануваат. Југоисточната граница е веројатно вдолж раседот на Габрешка река, бидејќи после ова расадна структура не се регистрирани појави на терциерен магматизам и минерализација. Северната граница на рудниот реон не е толку јасно изразена како предходните, Последните забележани продукти се утврдени во околината на Калапетровци, Црн Врв и Кошево.

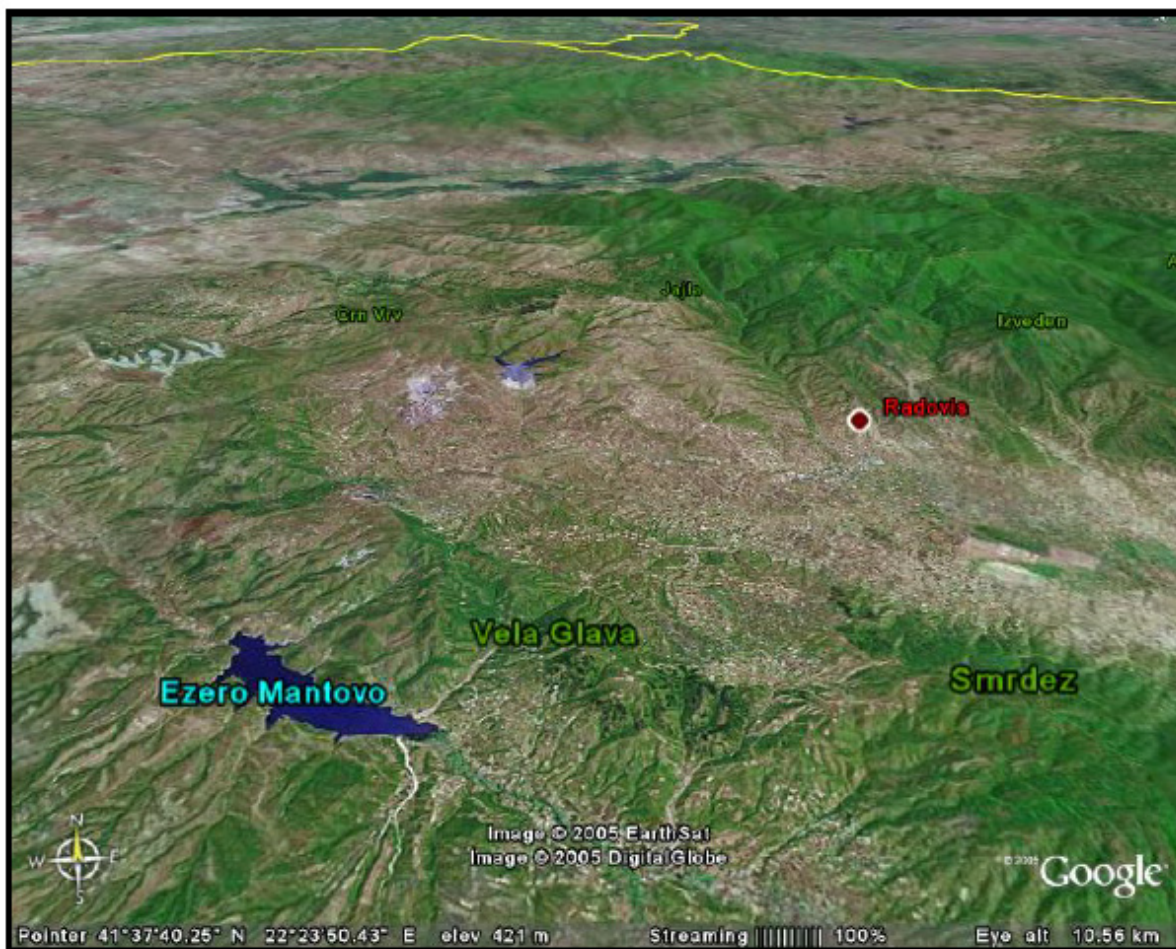
Бучимското рудно поле ги завзема северните делови од овој руден реон, односно деловите кои просторно му припаѓаат на Српско-Македонскиот масив. Ова рудно поле е дефинирано со дробилните структури од понизок ранг кои имат правец на протегање ССЗ-ЈЈИ и СИ-ЈЗ, алкалните фации на терциерниот интермедијален магматизам, претставен со мали субвулканско-вулкански пробои на латити и трахилиотити и порфирска минерализација на Бакар. Ендогената рудна минерализација е локализирана главно во гнајсевите во вид на прстен непосредно околу вулканските пробои, а оруднувањето на самите пробои го има само местимично. Врз основа на досегашните истражувања во Бучимското рудно поле, покрај наоѓалиштето Бучим кое се наоѓа во активна

експлоатација, појави на бакарна минерализација се утврдени и на подрачјето на Врањак, Орљак, Црн Врв-Калапетровци, Кошево, Кошевска река идр. , кои како потенцијални локалитети се наоѓат во фаза на истражување.

Рудното наоѓалиште Бучим ги зазема северните делови од бучимскиот руден реон т.е. е локализирано на околу 14 км западно од Радовиш. Во неговата геолошка градба учествуваат главно прекамбриски метаморфни карпи (гнајсеви и амфиболити) и терциерни вулканити (андезити и латито-андезити).

Во наоѓалиштето Бучим е утврдена минерализација на бакар од портфирски тип на површина од 1,5 до 2 км², проследена до длабочина од 300м.

Во геоморфолошка смисла просторот во непосредна околина на рудникот Бучим се карактеризира благобрановиден рељеф, во кој се истакнува врвот Врањак со надморска височина 783 м. На север и исток, благите ридови покриени со релативно слаба вегетација (деградиран стадиум-шибјак од шумска асоцијација на белиот габер со даб благун) поминуваат во средно високи планински врвови (Црн Врв и Јала). Во пределот доминираат антропогените форми создадени со рударските операции, како во рудникот Бучим, така и во рудникот Дамјан, така што традиционалните карактеристики на пределот се целосно изгубени. Во непосредна околина на рудникот не постојат природни или антропогени форми со посебна естетска или туристичка вредност или функција.



Слика 4.3. Сателитска снимка на рељефните форми на поширокото подрачје.

Figure 4.3 Satellite recording of the relief forms of the wider area.

4.1.4 Непосредна околина на рудникот Бучим

Во непосредна околина на рудникот Бучим, се наоѓат следните хидролошки структури:

- Бучимско езеро западно од рудничкиот коп, лоцирано во неговата непосредна близина.



Слика 4.4. Бучимско езеро

Figure 4.4. Buchim lake

- Дренажни води од коповско одлагалиште

Овие води се состојат од атмосферски води кои дотекуват од повисоките делови на коповското одлагалиште (стопански двор на рудникот, атар на село Бучим) и минуваат низ одлагалиштето и истекуват надолу, подземни води кои се инфилтрираат низ одлагалиштето.

Бучимски дол – пред започнување со работа на рудникот, бил изграден дренажен систем/колектор заедно со канали околу периметарот на локацијата предвидена за коповско одлагалиште. Овој систем ги собира дел од водите од дренажниот систем од одлагалиштето и ги насочува во Бучимскиот дол. Покрај овие води, овој дол го сочинуваат и атмосферските води пренасочени од површинскиот коп и подземните води под одлагалиштето. Со последните измени, водите од дното на копот се испомпуваат во базените на технолошка вода, бидејќи истите се незагадени и може да се користат. Овие води содржат концентрации на Бакар (30-45 mg/l), ниска рН вредност (3,6-5,5) и со просечен проток од 15-20 l/s.



Слика 4.5. Бучимски дол

Слика 4.5. Buchim Dol

Јасенов дол-дел од атмосферските и подземните води што се зафакаат со предходно споменатиот дренажен систем, истекуваат во Јасенов дол, кој минува под основното одлагалиште и излегува под самото одлагалиште. Започнувајќи од кота 690.00, Јасенов дол покрај овие води ги прифаќа и атмосферските комунални води од стопанскиот двор. Овие води при своето движење минуват низ / под телото на одлагалиштето и се влеваат во реката Тополница. Овој водотек има должина од 900 м до влевање во Тополничка река. Содржината на Бакар во овие води е многу висока (3,4-4,5) со просечен проток од околу 5-20 l/s.



Слика 4.6. Јасенов дол

Слика 4.6- Jasenov Dol

До неодамна водите од Бучимски и Јасенов дол се влеваа во Маденска река. Но со имплементација на активности од проектот на UNDP, водите од Бучимски дол се собираат во акумулација со бетонска брана Д1, со помош на пумпна станица се носат до акумулација на брана Д2 каде што се собираат водите од Јасенов дол, од каде пак, заедно се носат до хидројаловиштето, како привремено решение.



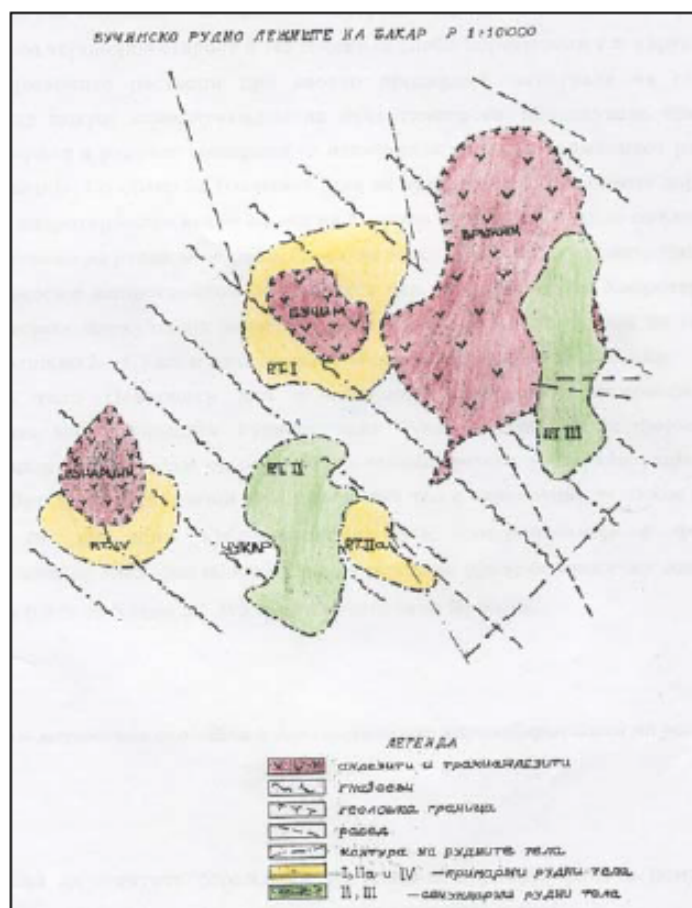
Слика 4.7. Актуелна состојба со дренажните води од основно одлагалиште
Figure 4.7. The actual condition of the drainage waters of the basic tailing dump.

5 ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС ВО РУДНИКОТ БУЧИМ

5.1 Опис на технолошкиот процес

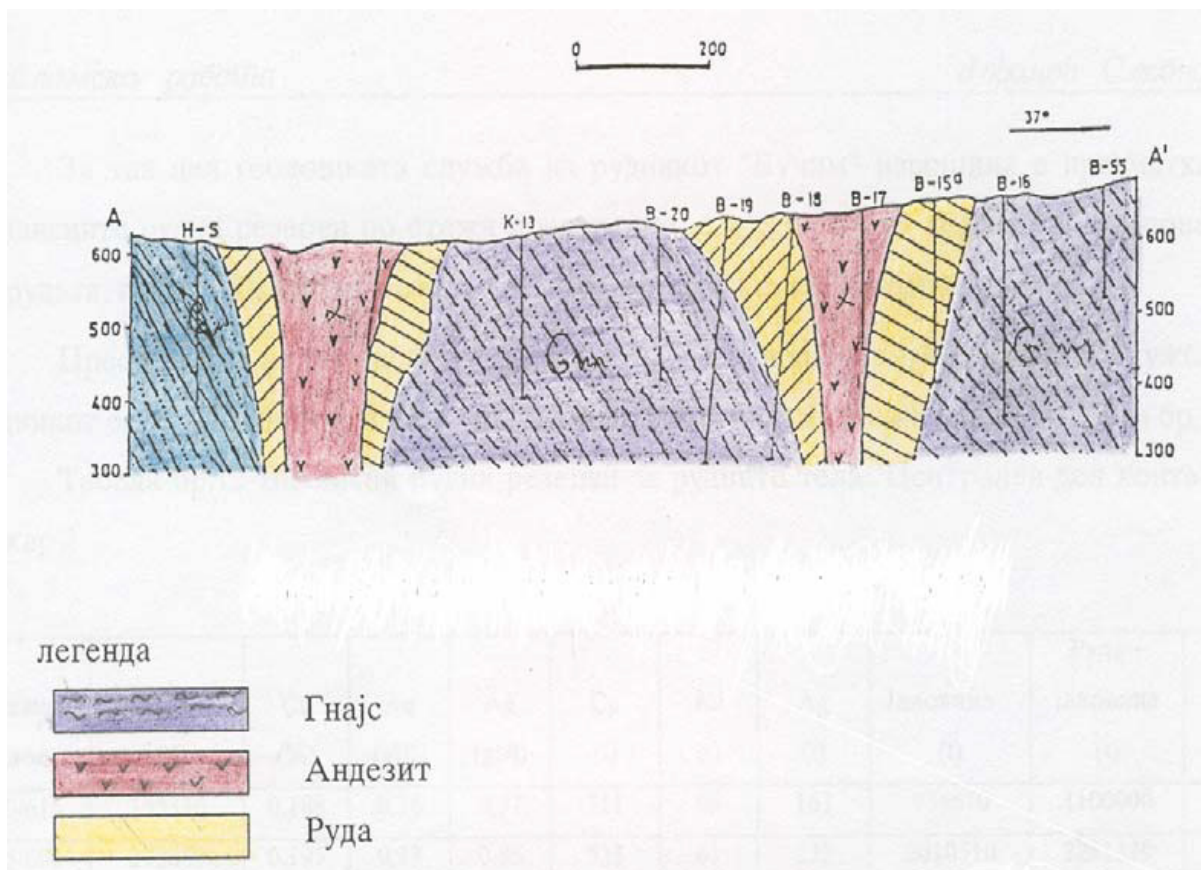
5.1.1 Суровинска база (рудни резерви)

Врз основа на степенот на истраженоста на рудното наоѓалиште “Бучим” утврдени се рудни резерви од А, Б, Ц1 и Ц2 категорија. Ситуациона геолошка карта на наоѓалиштето за бакар “Бучим” е прикажана на слика 5.1, а геолошки профил на слика 5.2. Во табела 5.1 и 5.2 се прикажани вредностите на експлоатационите рудни резерви за рудните тела: Централен дел, Чукар 2 и Вршник, како и вредностите на геолошките рудни резерви за рудното тело Бунарџик, пресметани од страна на геолошката служба на рудникот “Бучим”, од 31.12. 1998год.



Слика 5.1. Геолошка карта на наоѓалиштето за бакар - Бучим

Figure 5.1. Geographical map of the copper mine Buchim



Слика 5.2. Геолошки профил на наоѓалиштето Бучим
 Figure 5.2. Geographical profile of the copper mine Buchim

5.1.2 Технологија на откопување и транспорт на рудата и раскривката

Рудното наоѓалиште за бакар “Бучим”, сл.5.1, се состои од четири рудни тела: Централен дел, Чукар, Вршник и Бунарџик. Од овие рудни тела во експлоатација се наоѓаат рудните тела: Централен дел и Чукар 2. Експлоатацијата во рудното тело Чукар1 е завршена, додека пак експлоатацијата на рудните тела Вршник и Бунарџик, не е започната.Најголемо влијание при изборот на начинот на отворање на површинскиот коп имале конфигурацијата на теренот над наоѓалиштето и распоредот на корисните минерали во наоѓалиштето. Отворањето на рудните тела Централен дел и Чукар 2 е извршено во две фази, и тоа:

- прва фаза (отворање на висинскиот дел) и
- втора фаза (отворање на длабинскиот дел).

Висинскиот дел на копот е отворен со засек, додека пак длабинскиот дел на копот е отворен со усек. Ако се има во предвид дека отворањето на копот е започнато од кота 705 до кота 600 копот е висински, па може да се заклучи дека копот е отворен со седум етажи во засек. Испод кота 600 е извршено отворањето на длабинскиот дел, со десет етажи изработени од усек (моментно е изработен усек од кота 480 до кота 465).

При одредувањето на геометриските елементи на површинскиот коп за бакар “Бучим” како и производниот капацитет се настојувало да се најде оптимална технологија на откопување која би обезбедила економичност и безбедност при работењето.

Во табелата 5.1 се прикажани основните геометриски елементи на површинскиот коп “Бучим”.

Табела 5.1 Основни геометриски елементи за површинскиот коп –Бучим

Table 5.1 Basic geometric elements of the surface digging site- Buchim

Р.бр./ No.	Геометриски елемент / Geometrical element	Единица / unit	Вредност / value
1.	Висина на етажа / Etage height	m	15
2.	Етажен агол / Etage angle	°	68
3.	Завршен (генерален) агол на копот / Finishing (general) angle of the quarry	°	43 - 45
4.	Коефициент на откривка / Uncovering factor		1.125
5.	Број на етажи / Number of etages		14
6.	Длабочина на копот / Quarry depth	m	210
7.	Широчина на етажната берма / Width of the etage berm	m	7.5
8.	Широчина на пат / Track width	m	20

Со оглед на физичко-механичките карактеристики на работната средина во кој се развива копот, дефинираните параметри во голема мера го исклучуваат ризикот од појава на помасовни зарушувања или нестабилности како на активните така и на завршените етажи. Појава на локални зарушувања, секако е можна, иако тие по своите димензии не можат да ја загрозат стабилноста на копот во целина, туку исклучиво поедините работилишта каде

што се јавуваат. Со оглед на постојните искуства и експертиза на раководниот кадар на копот, овие локални зарушувања се санираат тековно со производните процеси. Дури и во случај на посериозни нарушувања на стабилноста, односно појава на поголеми клизни површини и одрони (во услови на земјотреси, поплави и други природни непогоди), обликот на копот (длабински тип) е таков што можните негативни ефекти во прв ред ќе бидат лимитирани пред се на производните операции, со минимални или никакви директни влијанија на поширокото подрачје на рудникот, односно на животната средина во тоа подрачје. Дополнително, а на страна на сигурноста и намалување на ризиците е и фактот што сите објекти и инфраструктурата на рудникот се лоцирани надвор од зоната на копот, така што појавата на вонредни состојби на копот, не условува зголемување на ризикот од оштетување или уништување на истите.

Производството на руда и отстранувањето на раскривката на ПК “Бучим” се извршува во етажи чии висини изнесуваат 15м. Првата фаза на процесот на површинска експлоатација на бакарната руда е дупчење на вертикални мински дупчотини со пречник 250 мм и длабочина на дупчење од 16 ÷ 17 м, распоредени во шаховски распоред, со растојание помеѓу минските дупки и редовите од 6 ÷ 7 м(сл.5.3. Фотографија од површинскиот коп “Бучим”) и со тоа се формираат серии за масовно минирање. Во главно се применува ротационо дупчење со просечен капацитет од 60 ÷ 70 м/смена на една дупчалка. На површинскиот коп “Бучим” се користат следниве дупчалки:

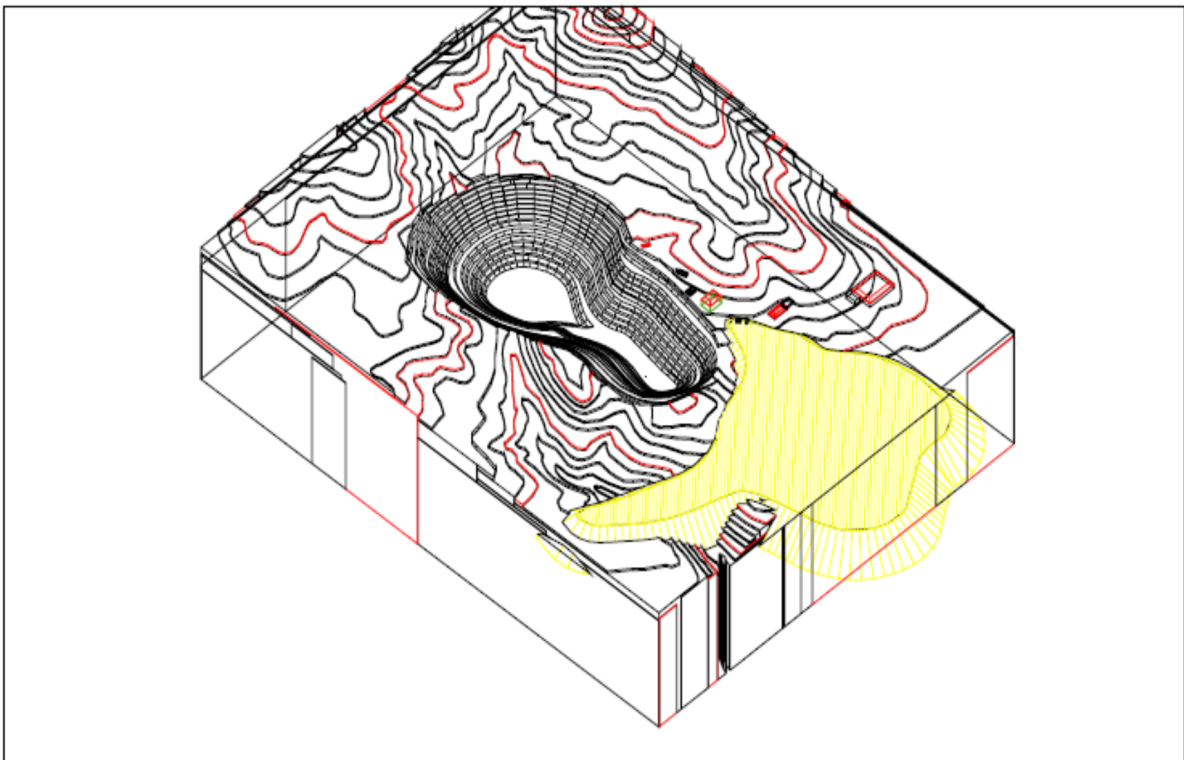
- дупчалка тип ДМ – 6, производство на фирмата Ingersol Rand;
- дупчалка тип БЕ – 45, производство на фирмата Busergus Eire;
- дупчалка тип ДМ-М и ДМ-М2, производство на фирмата Ingersol Rand;
- дупчалка тип ЛМ – 600Ц, производство на фирмата Ingersol Rand.

Веднаш по завршување на работната операција дупчење се извршува механизирано полнење на минските дупчотини со примена на AN-FO и SLURRY експлозивни смеси и потоа се минира.



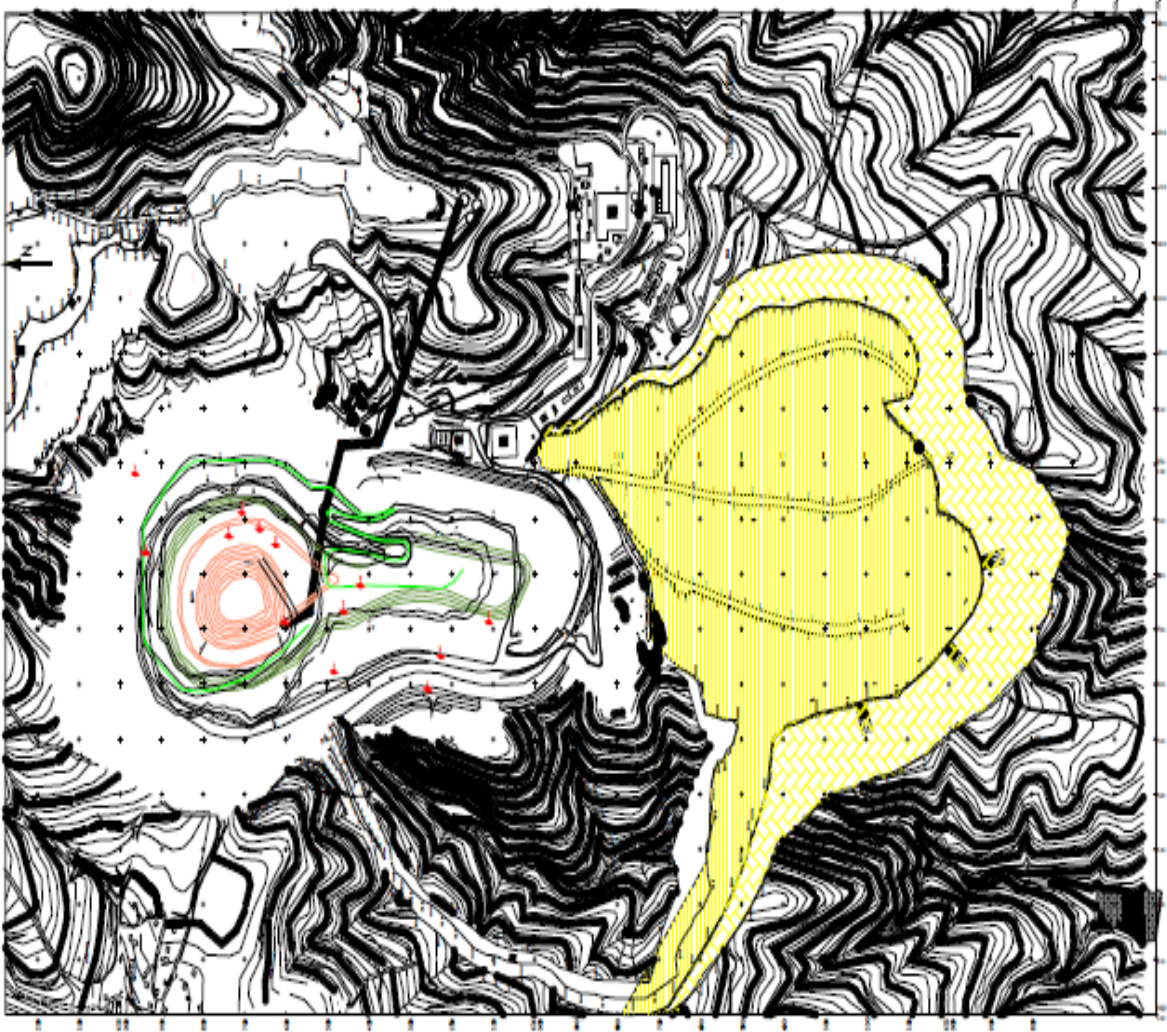
Слика 5.3. Фотографии од површинскиот коп-Бучим

Figure 5.3. Photographs of the surface digging site with additional objects



Слика 5.4 3Д модел на копот Бучим

Figure 5.4 3D model of the Buchim digging site



Слика 5.5. Ситуација на површински коп со придружните објекти
 Figure 5.5. Situation of the surface digging site with additional objects

Одминираниот материјал се товари со товарна опрема која се состои од:

- два електрични багери, со волумен на лажицата 7.65 м³, од типот P&H 1900AL;
- еден електричен багер, со волумен на лажицата 11.47м³, од типот P&H 2100 BL;
- еден хидрауличен багер, со волумен на лажицата 8м³,тип O&K RH 90 C;
- еден хидрауличен багер , со волумен на лажицата 10.4м³, тип O&K RH120 C;

За подготовка на работните простори рудникот поседува соодветна помошна механизација која се состои од: булдозери, грејдери, товарни лопати и цистерни.

Транспортот на рудата и раскривката се врши со дампера, со техничка носивост од 136 т, производство на фирмата Caterpillar, модел 785В, и дампера со техничка носивост од 108 т, производство на фирмата Wabco, модел 120С. Дамперите рудата ја транспортираат до примарна дробилка, а раскривката до надворешно одлагалиште.

Експлоатација на бакарна руда се врши од рудно тело Чукар на етажа 510 и транспортното растојание на рудата до истоварното место изнесува 2550м, а на раскривката до надворешното одлагалиште 3250м. Раскривка моментно се врши само на рудното тело Чукар. Со откопувањето односно експлоатацијата на бакарна руда и раскривка од рудните тела Централен дел и Чукар е зафатена површина од сса 65. 2 ha. Волуменот што ќе го зафаќа отворениот откопан простор, а кој ќе биде формиран со завршните косини ќе изнесува околу 72.656.430 м³.

За експлоатација на рудното тело Вршник се предвидува технолошка постапка лужење на оксидна бакарна руда. Во тек е реализацијата на постројката за лужење на бакарната руда од погореспоменатото рудно тело. Се претпоставува дека во рудните тела во кои активно се врши експлоатација на бакарна руда се наоѓаат околу 40.000.000 тони експлоатабилни рудни резерви кои со просечно годишно производство на рудникот од 4.000.000 тони би се откопале за околу 10 години.

5.1.3 Технолошки процес на подготовка и концентрација на бакарна руда

Постројката за подготовка и концентрација на рудата од Површинскиот коп за бакар “Бучим” е составен дел на претпријатието ДПТУ “Бучим” ДООЕЛ - Радовиш.

Процесот на подготовка и концентрација на бакарната руда ги опфаќа следниве технолошки операции

- примарно, секундарно и терцијарно дробење;
- сеење и складирање;

- мелење и класирање;
- флотациска концентрација;
- домелување;
- згуснување и
- филтрирање

Флотациската концентрација се на корисните минерали се одвива по постапка на селективно флотирање.

Проектираниот капацитет на флотациската постројка е 5.7 Mt/год. (1 фаза).

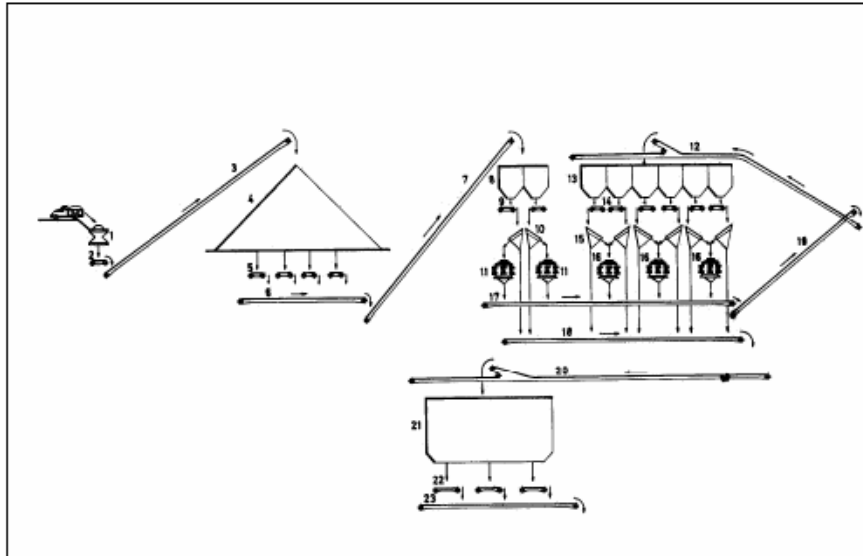
5.1.4 Технолошка постапка

Во понатамошниот текст е даден детален опис на технолошкиот процес за подготовка и концентрација на бакарната руда од рудникот “Бучим”. Шемата на технолошките операции за дробење на рудата е прикажана на слика. 5.6, а за мелење и флотирање на слика 5.7.

Рудата од Површинскиот коп со ГГК 1150 мм се транспортира со дампера до кружна дробилка (1), тип Allis Chalmers-superior – 54' × 74'.

Издробената руда со ГГК 200 мм паѓа на лентест додавач (2), кој рудата ја додава на лентест транспортер (3), и тој рудата ја транспортира на отворен склад (4). Во зависност од отворот на празнење на примарната дробилка нејзиниот капацитетот се движи од 900 до 1400 т/h. Од отворениот склад со помош на четири лентести додавачи (5) рудата се додава на лентестите транспортери (6 и 7), и се транспортира во бункерите (8) пред секундарно дробење.

Рудата од бункерите со помош на лентести додавачи (9) се доведува на вибросита (10). Производот над ситата (отсевот) се упатува на секундарно дробење во две стандардни конусни дробилки (11), тип SYMONS CONE CRUSHER 7FT STANDARD со капацитет од 550 до 650 т/h. Производот под ситата (просев) со помош на транспортни ленти (18 и 20) се транспортира во бункерите за дефинитивно издробена руда (21).



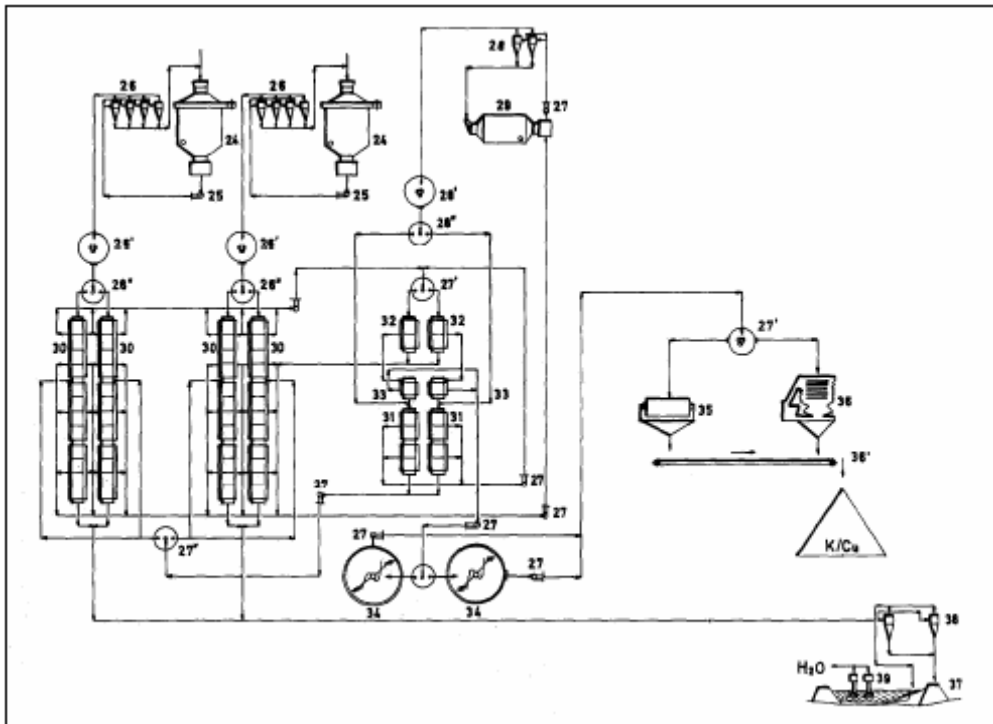
Слика 5.6. Шема за технолошките операции за дробење на рудата во постројката за подготовка и концентрација на бакарна руда-Бучим

Figure 5.6. A scheme for technological operations for crushing the ore in the plant for preparation and concentration of the copper ore-Buchim

Секундарно издробената руда со транспортни ленти (17; 19 и 12) се транспортира во бункерите (13) пред терцијарно дробење, а одтаму со помош на лентести додавачи (14) се доведува на вибростата (15). Отсевет се одведува на терцијарно дробење кое се врши со четири краткокonusни дробилки (16), тип SYMONS CONE CRUSHER 7FT STANDARD со поединечен капацитет од 250 т/ч. Дробилките со вибростата работат во затворен круг, и производот под ситата (просевот), финално издробен до крупност од (- 12.7 мм, 80 %), со помош на лентести транспортери (18 и 20) се транспортира во бункерите за дефинитивно издробена руда (21) со вкупен капацитет од 16 000 т.

Просејувањето на рудата се врши во сита TYLER 6' × 16' со две просевни површини тип F 1406 – X , вградени се две секундарни и шест терцијарни сита, како и две терцијарни сита од типот BERGEAND ELLIVAR 16.

Технолошката фаза мелење на рудата е едностепена и се врши во две идентични мелници со челични топки (24), тип ALLIS CHALMERS DxL (5.0 × 9.14 м), со капацитет од по 250 т/ч, и тие работат во затворен круг со батерија од четири хидроциклони (26), тип CREBS D26B F660. Финоста на мелењето изнесува од 50 до 55%, класа - 74μм, при што класата +208μм е застапена со 10 до 15%.



Слика 5.7. Шема на технолошките операции мелење, флотирање и згуснување во постројката за подготовка и концентрација на бакарна руда Бучим
 Figure 5.7. A scheme for technological operations grinding, flotation and concentration in the plant for preparation and concentration of the copper ore-Buchim

Процесот на флотирање на бакарните минерали, сл.5.7, се врши во две идентични флотациски секции чиј поединечен капацитет изнесува 250 т/ч. Преливот од хидроциклоните (26) се одведува во кондиционери (26') и разделувачи на пулпа (26''), а потоа во флотациски механички машини (30) за грубо и контролно флотирање. Песокот од хидроциклоните (26) се враќа во млинот (24). Основното флотирање се врши во две секции по два реда, во секој ред има по 12 броја флотациски машини, тип WEMCO модел 120, со волумен од 8.5 м³.

Грубиот концентрат се одведува во разделувач (27'), и заедно со концентратот од првото чистење оди на второ прочистување во флотациските машини (32), а концентратот од второто чистење гравитациски се одведува на трето прочистување во флотациски машини (33).

Концентратот од третото прочистување претставува дефинитивен производ и тој се одведува во два згуснувачи (34) од типот EIMCO, а згуснатиот материјал оди на филтрирање во барабанест вакуум-филтер (35) тип AMATEX

и филтер преса (36), тип LAROKS 25A, каде што се филтрира 80% од концентратот.

Контролниот концентрат, заедно со истекот од второто чистење, се упатува на домелување во мелницата со челични топки (29), тип COPPERS DxL (3.3×3.96м), која работи во затворен круг со хидроциклони (28). Преливот од хидроциклоните, гравитациски се упатува во кондиционер (28'), а одтаму оди на прво чистење во флотациски машини (31). Меѓупроизводот односно истекот од првото чистење се одведува на разделувач (27"), а од таму на чело од контролното флотирање. Истекот од контролното флотирање претставува дефинитивна флотациска јаловина, која се транспортира гравитациски со отворен канал-каналети и хидраулички наклон 0.71% до хидројаловиштето (37), оддалечено 3 км од флотацијата. Браната на хидројаловиштето се изградува со песок од флотациската јаловина, кој се добива со хидроциклони (38), а чиј прелив се одведува во таложното езеро на хидројаловиштето. Избистрената вода од таложното езеро со помош на систем од пловна и стационарна пумпна станица (39) се враќа како повратна вода во технолошкиот процес. Одлагањето на флотациската јаловина како посебно важна операција е опишано во посебно поглавје . Флотирањето на бакарните минерали се остварува во следниве услови:

- кондиционирање на пулпата: во траење од 6 мин, при содржина на цврста фаза од 38% и базична средина pH = 11 ÷ 11.5;
- регулатор на средината: калциумоксид;
- колектори: дитфос ТСБ, натриумизопропилксантат и калиуметилксантат;
- пенливци: Dawfrothx 250;
- грубо и контролно флотирање: во траење од 15 мин, при просечна содржина на цврстата фаза од 38%;
- тристепеночистување на грубиот концентрат: во траење од 15мин; 19мин и 14мин, при просечна содржина на цврстата фаза од 21%, 23% и 24%;

Домелување на контролниот концентрат и истекот на второто чистење се врши по класирањето во хидроциклони со финост на мелење од 90%, класа - 74µм, влажноста на концентратот по филтрирањето е од 8 до 10%.

Табела 5.2. Технолошки параметри во периодот од 1979-1998

Table 5.2. Technological parameters during the period in 1979-1998

Година / Year	Преработена руда (t) / Processed ore (t)	Содржина на метали во рудата / Metal containment in the ore			Искористување (%) / Utilization (%)			Концен- трација (t) / Concen- tration (t)	Добиени метали во концентратот / Metals gained in the concentrate		
		Cu (%)	Au (%)	Ag (g/t)	Cu	Au	Ag		Cu (t)	Au (kg)	Ag (kg)
1979	510 000	0.360	-	-	61.00	-	-	5 913	1 096	46	46
1980	2 645 754	0.364	-	-	80.24	-	-	43 107	7 330	331	286
1981	2 396 161	0.300	-	-	75.32	-	-	29 382	5 396	-	-
1982	3 415 334	0.331	0.50	1.00	76.15	46.33	30.74	51 824	8 367	819	1 104
1983	3 826 381	0.270	0.54	1.00	79.77	46.34	33.98	50 519	8 072	956	1 203
1984	3 176 678	0.273	0.566	1.087	83.71	57.48	35.57	42 858	7 091	1 010	1 200
1985	3 236 553	0.272	0.456	1.034	86.19	60.98	31.43	38 578	6 481	769	898
1986	3 536 058	0.283	0.488	0.968	81.41	59.53	29.01	50 286	7 904	995	960
1987	3 608 660	0.262	0.344	1.100	82.10	61.59	26.1	46 251	7 549	743	970
1988	3 899 230	0.256	0.403	1.1056	85.37	58.24	31.11	49 610	8 338	893	1 241
1989	3 800 400	0.243	0.352	0.869	86.60	58.29	28.85	46 562	7 783	757	989
1990	3 672 150	0.240	0.336	0.912	87.51	55.74	18.74	43 540	7 518	669	937
1991	3 565 150	0.248	0.349	0.929	86.97	63.20	34.17	45 309	7 520	768	1 106
1992	3 601 500	0.235	0.336	0.970	89.34	52.69	32.57	43 401	7 415	624	1 115
1993	3 740 000	0.236	0.317	0.894	87.36	58.54	30.06	43 954	7 534	680	984
1994	3 419 000	0.255	0.332	0.923	83.39	57.54	31.99	42 478	7 139	639	989
1995	3 900 700	0.244	0.346	0.907	87.50	57.33	28.17	47 038	8 159	759	975
1996	3 911 400	0.254	0.339	0.914	87.44	58.05	36.00	51 423	8 484	752	1 255
1997	4 123 000	0.247	0.288	0.870	87.66	59.18	33.24	50 371	8 708	686	1 165
1998	3 707 000	0.231	0.292	0.840	87.49	57.27	32.29	42 347	7 360	608	992
Вкупно / Total	67 691 109							864 751	145244	13504	18415
Просечно / Average	3 384 555	0.270	0.387	0.957	83.13	56.96	30.82	43 238	7 262	711	969

Остварени резултати од работата на постројката за подготовка и концентрација на бакарна руда “Бучим”

Во табела 5.2. се прикажани резултатите на технолошките параметри кои се остварени при подготовката и концентрацијата на бакарната руда во периодот од 1979 до 1998г. (20години), како и просечните вредности за разгледуваниот период. Во табелите 5.3 и 5.4 е прикажан метал-билансот од флотациската концентрација според видот на рудата и според видот на производот.

Табела 5.3. Метал-биланс на флотациската концентрација во Бучим по видови на руда
Table 5.3. Metal balance of the flotating concentration in Buchim per type of ore

Вид на руда / Ore type	M %	Содржина, % / Containment, %				I Cu, %
		Cu	Cu*	Удел Cu* part. Cu*	K/Cu	
сулфидна / sulphide	62.39	0.274	0.0085	3.10	19.02	87.80
средно сулфидна / average sulphide	21.06	0.273	0.0199	7.29	18.19	83.32
оксидна / oxide	16.55	0.341	0.0650	19.06	19.61	74.84

Табела 5.4. Метал-биланс на флотациска концентрација во Бучим по вид на производ
Table 5.4. Metal balance of the flotating concentration in Buchim per type of product

Производ / Product	M %	Содржина / Containment			Искористување % / Utilization %		
		Cu(%)	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu	Au	Ag
концентрат / concentrate	1.267	18.95	28.43	29.30	84.33	57.19	35.03
јаловина / slag	98.733	0.045	0.27	0.70	15.67	42.81	64.97
влез / input	100.00	0.285	0.63	1.06	100.00	00.00	100.00

Просечната потрошувачка на материјали, флуид и електрична енергија во постројката за концентрација на бакарната руда изнесува:

- колектори28.00 g/t
- пенливци 9.00 g/t
- вар 2.28 kg/t
- челични топки 1.0 kg/t
- вода 1.90 m³/t
- електрична енергија 16.63 kWh/t

Проблеми кои егзистираат во постројката за подготовка и концентрација на рудата и на чие надминување се работи се:

1. дробење

- сведување на дефинитивно издробената руда на гранулација од ГГК 12.7 mm,
- заштита на бункерите и претоварните места од абразија, условена со високата содржина на SiO₂ во рудата,
- решавање на проблемите со фугитивната прашина;

2. мелење

- оптимизирање на режимот на работа на мелниците кои работат во затворен круг со хидроциклоните;

3. флотирање

- елиминирање на појавата - таложење на цврстата фаза во инсталираните флотациски машини WEMKO,
- понатамошно подобрување на искористувањето на благородните метали: златото и среброто.

4. одводнување

- елиминирање на појавата на висока пена во згуснувачите;

5. водоснабдување

- утврдување на оптимални режими на работа на системот за снабдување со индустриска вода во постројката за флотациска концентрација.

Постројките за примарна преработка на руда, кои подетално се опишани погоре, се изградени согласно законските регулативи за градба на вакви објекти и за истите постои детална документација со планови за ПП заштита,

како и заштита во услови на поголеми природни непогоди (земјотреси, поплави и други природни катастрофи со катаклизмични размери). Исто така персоналот е искусен и соодветно обучен за постапување во вонредни ситуации.

Можните ризици врз животната средина кај овие постројки се изразени пред се низ:

- можноста од истекување на контаминирани течни материјали (флотациски концентрат или јаловина во вид на пулпа, техничка вода која се користи за чистење на постројките и сл.) во услови на дефекти на постројката или пулповодите.
- можноста од контаминација на животната средина со флотациски реагенси.

Во основа, можностите за истекување на контаминирани течности од процесот на преработка на рудата се сведени на минимум, со оглед на фактот што во самиот процес се вградени повеќе степени на заштита и контрола кој овозможуваат сопирање или модификација на процесот во краток временски период. Дополнително сите цевководи и пулповоди се под постојан надзор и се користат согласно разработени правилници за нивно користење и контрола, а ангажираниот персонал и раководниот кадар е соодветно обучен и со големо искуство.

Покрај тоа, за случај на појава на неконтролирани состојби, овие постројки се опремени со уреди за времено складирање (базени) и собирање (систем од канали и шахти) на истечените течни материји. На сите пулповоди и цевководи вградени се резервни системи за контрола (вентили) како и резервни пумпни станици, со што можните ризици се редуцирани во уште поголема мера.

Ризикот од контаминација на животната средина со хемиските реагенси кои се користат во процесот на флотација исто така е сведен на минимум, во сите фази почнувајќи од нивниот транспорт, складирање и чување, па се до нивното користење.

Во процесот не се користат хемикалии кои се посебно регулирани при транспортот (со исклучок на пенливците најголем дел од нив се во прашкаста форма), што само по себе укажува дека ризиците од контаминација и

оштетување на животната средина се минимални. Дополнително, сите хемикалии до рудникот се транспортираат исклучиво во оригинални фабрички пакувања.

Во рамките на постројката за флотациска концентрација изграден е соодветен простор за чување на овие хемикалии. Просторот е изграден од бетон и има доволен волумен и системи за проветрување. Исто така овој простор е опремен со системи за ракување со хемикалиите (дигалки...), гаснење на пожари и постојано е под надзор на персоналот на постројката. Согласно на интерните прописи сите хемикалии се чуваат во оригиналните фабрички пакувања.

Употребата односно дозирањето на хемикалиите се врши исклучиво со автоматски дозери на однапред дефинирани позиции во процесот. Сите овие уреди се исто така под постојан надзор и контрола од персоналот. Од сето оваа произлегуваат и нашите констатации дека ризикот од појава на посериозна контаминација на животната средина со хемиските адитиви кои се употребуваат во процесот на флотација е сведен на минимум.

6 ВЛИЈАНИЕ НА ОДЛАГАЛИШТЕТО ЗА ОТКРИВКА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

6.1 Релјефни промени

Во суштина со функционирањето на рудникот Бучим, се налага одлагање на јаловинските маси надвор од зоната на копот. Ова само по себе допринесува кон промени на релјефот. Вообичаено, одлагалиштата како вештачки формирани “градби” ги надвишуваат околните природни возвишенија, а депресиите во откопаниот простор се зголемуваат пропорционално со надвор одложените маси. Новосоздадените форми поради нивната различност од околните природни релјефни форми директно влијаат врз микроклиматските услови, како во зафатената зона така и пошироко. Исто така новата орографија условува и развој на нов екосистем, кој ќе биде различен од околните природно создадени екосистеми, па дури и во целосна спротивност со нив. Вака променетиот релјеф има соодветно влијание во промена на правците и брзината на воздушните струења, а од тука и можноста за зголемување на појавата на магливи денови на одредени делови на зафатениот простор.

Иако во моментот овие промени претставуваат проблем само од аспект на нормалното одвивање на технолошките операции, перспективно, промените на микроклимата мора да бидат земени во предвид. Специфичната микроклима може да има големо влијаније врз ефикасноста на идната рекултивација на просторот, а во крајна линија може да доведе до формирање на нови еко-заедници и хабитати кои драстично се разликуваат од околните природни екозаедници или се во целосна спротивност со нив.



Слика 6.1. Фотографија од одложувањето на рудничката јаловина

Figure 6.1. A photo of the mine tailing dump

6.2 Ерозија на одлагалиштето за откривка

Процесите на ерозија имаат слично дејство и кај одлагалиштето за откривка, иако поради поголемите димензии на одложениот материјал, пред се еолската ерозија е значително редуцирана. Но сепак поради големата порозност на одложениот материјал, процесите на оксидација и излужување на металните јони од одложените маси се екстремно интензивни во периодите на врнежи, така што атмосферските води се претвораат во транспортен медиум кој ги дисперзира контаминантите излужени од депонираните маси, во околните реципиенти (површински и подземни води, односно почвите).

6.3 Промена на квалитетот на водите

Доскорашното немање на колектор за собирање на водите околу и под рудничката депонија со што би се овозможило намалување на нивната количина, како и нивно насочување во пречистителна станица или назад во процесот, директно влијаеше на хемиското загадување на водите околу ова одлагалиште.

Зголемените концентрации на тешките и токсичните метали имаат изразито големо негативно влијание. Тоа посебно се однесува за бакарот кој со оглед на минеролошките асоцијации во зоната на рудното наоѓалиште Бучим е најприсутен елемент. Бакарот има различни функции во билките и животните и неговата застапеност во нив е различна, а веќе мали количини на бакар во водата има токсично дејство врз алгите, бактериите и другите едноклеточни организми. Овој метал припаѓа на групата тешки метали, кој манифестира штетно влијание врз растот и развојот на поголемиот број растителни видови. Темпото на апсорпцијата на бакарот од страна на водните растителни видови, зависи секако од првобитната концентрација на Cu во дадената средина, но и од видот на билката. Бакарот доведува до пропустливост на клеточните мембрани кај водените растенија, со што се зголемува нивната осетливост на дејствување на другите метали. Бакарот претставува силен отров за поголем број слатководни и морски безрбетници.

Освен бакарот, застапени се и: Zn -како свалерит, Ni -како миктоелемент, Co -во вид на редок минерал линеид, Cd -како микроелемент и As -како металлоид.

Во близина на одлагалиштето на рудничка јаловина, од негова западна страна е лоцирано вештачко езеро-Бучимско езеро. Во него се испумпуваат подземните и атмосферските води, кои се слеваат во зоната на копот. Преливот од езерцето до пред извесен период,(реализацијата на проектот на УНДП),течеше по суводолица и се влеваше во реката Тополница. Во ова река се влеваше и водата од Јасенов дол, во кој се слеваат атмосферските води од зоната на депонијата на рудничката јаловина, од фабричкиот круг и мали количества процесни води. Водите од Јасенов дол во своето движење поминуваат низ/под депонијата на рудничката јаловина.

Овие води (посебно атмосферските кои се побогати со кислород) при своето движење доаѓаат во контакт со карпите кои содржат лесно реактивни

минерали, пред се сулфидни минерали на бакарот (халкопирит најчесто пратен од пирит и магнетит). Во тој контакт доаѓа до оксидација на сулфурот со што се покачува киселоста на водата и се овозможува растворање на металните јони, со што се зголемува концентрацијата на бакарот, железото и на другите присутни метали. Дополнително, како што беше погоре споменато, отворените површини се мошне подложни на ерозија, како резултат на што доаѓа до значително зголемување на концентрацијата на цврстите честички, како седименти во рудничките води, кои потоа освен механички загадувачи, претставуваат долготраен извор на хемиска контаминција на водата (со нивното постепено разложување).

Може да се изнесе констатацијата дека водите кои се испуштаат од зоната на рударските активности на рудникот Бучим, доведуваат до значителни хемиски и механички загадувања на единствениот реципент т.е. единствениот постојан водоток во поширокото подрачје - р. Тополница. Иако, со оглед на специфичните геолошки хидрогеолошки услови, директната пенетрација на ефлуентите во подземните води е лимитирана на мал простор, сепак екстремната загаденост на р. Тополница, условува одреден степен на загаденост, на целиот водоносен слој по коритото на оваа река. Тој степен варира, па не е можно јасно да констатира, колку плитките подземни води од водоносниот слој на оваа река се контаминирани. Секако мора да се потенцира дека иако концентрациите на тешките метали се над МДК, овие води се со значително подобар квалитет.

Треба да се напомене дека водите од р. Тополница на растојание од 15 км понатаму (под името Маденска река), се влеваат во р. Лаковица, а понатаму во р.Брегалница, непосредно пред нејзиното влевање во р. Вардар. Покрај високиот степен на загаденост, а со оглед на релативно малата количина на вода, која ја носи овој водоток, поголема контаминација на овие главни водотоци досега не е забележана, иако неможе сосема да се исклучи.

6.4 Концентрација на соли во водата и почвата

Зголемувањето на концентрацијата на соли на водите и почвите во зоните на рударските активности е вообичена појава со оглед на двете најчести појави врзани со рударските активности, односно хемиската контаминација на водите и намалување на количината на води (како резултат на нивната девијација или испумпување. Дополнително аероседиментацијата, односно таложењето на прашина врз почвите и водните површини може да доведе до зголемување на нивото на соли кај истите.

Во конкретниот случај, оваа појава беше особено изразена пред се околу коритото на р. Тополница (по вливот на Јасенов дол и водите од вештачкото езеро), како и кај површините кои се наводнуваат со водите од аквиферот на истата. Можно е оваа појава да се сретне и на други локалитети, а пред се таму каде нивото на контаминираниите подземни води е повисоко, па по пат на капиларно движење водите доаѓаат во површинските слоеви, како и во зоните на депонирање на аероседиментите.

Доколку овие води со висока содржина на метални јони, дојдат во површинските слоеви на почвите или речните седименти, можно е да дојде до нивно испарување, при што металните јони се конвертираат во метални соли. Долготрајното одвивање на овој процес може да услови екстремно зголемување на концентрацијата на соли во тие почви или седименти, така што тие стануваат непогодни за одгледување на некои култури, а во краен случај и целосно неплодни или опасни за користење.

6.5 Аеро контаминација на просторот со прашина, гасови и бучава

Општо земено, експлоатацијата и преработката на минералните сировини, во сите операции кои се дел од технолошкиот процес се извори на штетни елементи со кои се загадува воздухот.

Загадувањето на воздухот, генерално е изразено низ;

- загадување на воздухот со лебдечките фракции на минералната прашина (цврсти честички), разни штетни гасови (SO_2 , NO_2 , CO), испарливи органски материи, метан и други штетни материи вклучувајќи ги и радионуклеидите.
- промена на микроклимата и создавање на зони со специфична микроклима, различна од климата во околниот простор, и.т.н.
- бучавата како посебен фактор на загадување на животната атмосфера, како од психолошки(комфорен), така и од физиолошки аспект.

Карактеристично за површинската експлоатација на минерални сировини е што речиси во сите фази на одвивање на технолошкиот процес, односно откопувањето на земјените маси, нивниот транспорт и повторно одлагање, доаѓа до издвојување на лебдечки минерални честички.

До издвојување на штетни материи со кои се загадува воздухот, а пред се до издвојување на прашина, доаѓа и при другите операции кои се дел од процесот на валоризација на минералната сировина. Тука се вклучени операциите на уситнување, пречистување, обогатување и примарна обработка на минералните сировини.

Извесни помали количества на прашина се емитураат и во фазата на геолошките истражувања и развојот на површинскиот коп, како и во фазата на развојот на копот, во која се градат пристапните патишта, усеците на отворање како и разни помошни објекти, се создава прашина, но со помал интензитет, кој обично не се разликува од интензитетот на издвојување на прашина кај истите активности кои не се дел од рударската индустрија.

Генерално, сите површини од кои во технолошкиот процес е отстранета вегетацијата, стануваат подложни на еолска ерозија. Оваа појава е посебно изразена кај одлагалиштата на јаловинскиот материјал, поради изразената

нехомогеност на одложениот материјал и големите и стрмни површини кои претставуваат можеби најголеми извори на прашина.

Најголем дел од овие минерални честички се со поголеми димензии, така што бргу се таложат и не се респирабилни. Сепак, мал дел од оваа минерална прашина се помали честички кои се респирабилни и полесно се транспортираат со воздушните струења, па така и подолго патуваат пред да се исталожат. Колкав дел од вкупноиздвоената минерална прашина ќе биде респирабилна, како и на колкаво растојание истата ќе се транспортира зависи од повеќе фактори - природни и технолошки.

Во технолошкиот процес на површинската експлоатација на минералните сировини доаѓа до издвојување и емисија и на други штетни материји со кои се загадува воздухот, со помал или поголем интензитет.

Машините, возилата и другата рударска опрема која се користи во процесот на добивање на бакарот емитуваат SO_2 , NO_2 , CO и органски испарливи соединенија, со што го зголемуваат количеството на штетни материји присутни во воздухот.

Со оглед на фактот што во рудникот Бучим досега не се вршени мерења на емисиите на штетни компоненти, направена е проценка на истите. За таа цел е користена методологијата препорачана од USEPA и Australian NPI for Mining industry.

Проценката е базирана на реалните (материјални) параметри за интензитетот на поедините активности (споменати погоре во текстот) во рудникот кои се сметаат за извори на емисии на штетни компоненти во воздухот. Овие проценки за емисии на аероконтаминанти за кои се претпоставува дека излегуваат надвор од непосредната зона на рударските активности и имаат национално значење (како стакленички гасови). Во проценките не е вклучена емисијата на цврсти честички од флотациската депонија, поради немање доволно параметри за примена на соодветна методологија.

Табела 6.1. Проценка на емисијата на аероконтаминати

Table 6.1. Estimation of the aerocontaminants emission

Вкупна фугитивна емисија на гасови и цврсти честичи во воздухот од рударските операции и постројката за примарна обработка на минералните сировини						
Total fugitive emission of gasses and particles in the air from the mining operations and the plant for primary processing of the mineral raw material						
Извор на емисијата / Source of the emission	(kg/годишно)					
	TSP	PM 10	CO	NOx	SOx	VOCs
Минирање / Mining	5451,94					
Транспорт Transport	421,950	104.400				
Мотори со внатрешно согорување / Internal combustion engines		38.690	33.778	80.600	3.959	4.319
Постројка за примарна подготовка (уситнување и класификација) / Plant primary preparation	18.720.000	200.000				
Вкупно / Total	19.147.402	2.143.090	33.778	80.600	3.959	4.319

Директното влијание на овие гасови и прашина пред се е лимитирано во зоните на нивна поголема концентрација, односно во близина на работилиштата, патиштата по кои се движат машините, возилата и другата рударска опрема која е погонувана од мотори со внатрешно согорување, механичката работилница и постројките за примарна преработка, како и во нивна непосредна близина.

Долготрајното изложување на нивното дејство претставува ризик за појава на респираторни заболувања на изложените луѓе и животни, проблеми во одржувањето и траењето на опремата, зголемување на застоите, нарушување на комфорот и безбедноста на изложениот персонал и сл.

Таложењето на цврстите аероконтаминати надвор од зоната на копот може да има негативно влијание врз квалитетот на почвите, водите, како и присутните растителни и животински видови.

6.6 Бучавата како фактор на загадување

Под бучава се подразбира секој несакан или непријатен звук. Звукот со поголем интензитет, независно од тоа дали може или не може да се регистрира од сетилниот систем на луѓето (животните), може изразито штетно да влијае врз нивните организми. Тоа влијание првенствено се одразува на централниот нервен систем, а преку него и на другите органи (вклучувајќи го тука срцето и крвните садови, жлездите со внатрешно лачење и т.н.).

Бучавата како фактор на негативно влијание врз животната и работната атмосфера со различен интензитет е пратечка појава речиси на сите технолошки операции во рударската индустрија. Поради тоа, како и поради фактот што се поголем број рударски операции се лоцирани во близина на урбаните зони, во последно време се поголемо внимание се посветува на овој проблем, при што се развиени и на располагање се голем број на технологии и техники на нејзино редуцирање на прифатливо ниво.

Во случајот на рудникот Бучим, извршените субјективни проценки, како и извршените разговори со вработените и жителите на околните населени места наведуваат на заклучокот дека бучавата не представува поголем проблем и е сведен пред се на работната околина.

Тоа се објаснува со примената на современа технологија за минирање, дробење и класирање на матерјалот.

Заради тоа како заклучок се наметнува фактот дека бучавата нема поголемо значење како фактор на загадување на околината на копот и нејзиното влијание е ограничено пред се на работната околина, па од тие причини и не се превземани понатамошни мерки за мерење и квантифицирање на интензитетот на бучавата.

6.7 Влијание на одлагалиштето за откривка, врз флората и фауната

Бидејќи не е извршена спецификација на животинскиот и растителниот свет пред отпочнување со работа на рудникот, не е можно прецизно одредување на степенот на влијанието врз флората и фауната. Меѓутоа, како што е изнесено во описот на карактеристиките на животната средина во регионот, а врз основа на денешната состојба, како и состојбата со животинскиот и растителен свет во поширокиот регион, најверојатно дека во овој регион пред отпочнување на рударските операции, не постоеле живеалишта на ретки и загрозени видови, значајни миграторни рути или големи шумски појаси. Од тие причини слободно може да се констатира дека, освен влијанијата кои во зоната на рударските активности и нивната непосредна близина, кои се изразени со физичко чистење и отстранување за изградба на објектите, поголеми влијанија врз флората и фауната во подрачјето не се забележани.

Локацијата на одлагалиштето за рудничка јаловина не зафака висококвалитетни обработливи површини, ниту пасишта, па нема значително негативно влијание од рударските активности врз земјоделството или сточарството во регионот.

7 ВЛИЈАНИЕ НА ФЛОТАЦИСКОТО ХИДРООДЛАГАЛИШТЕ ТОПОЛНИЦА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

7.1 Флотациски хидроодлагалишта - Општо

При флотирање на минералните суровини се добива голема количина на јаловина со значителна количина на вода која треба да се смести на погодно тло, со што се овозможува заштита од загадување на животната средина, таложење на цврстата фаза од пулпата со истовремено обезводнување на одредена количина на повратна технолошка вода за повторно користење во процесот. Хидројаловиштето кое се состои од песочна брана, таложно езеро, дренажен систем и опрема за евакуација на бистрата вода е објект од големо значење.

Хидројаловиштето мора да ги задоволува следните услови:

- да обезбедува целосна сигурност и стабилност на песочната брана.
- да има постојан хидрауличен доток на јаловина.
- да има постојана работа на хидроциклоните при разделување на песокот од преливот.
- да има функционален дренажен систем во секој момент.
- да обезбедува доволно време за потребните физичко-хемиски процеси, односно таложење на цврстата фаза на дното и разложување на заостанатите флотациски реагенси со цел да се добие бистра и чиста вода за користење во погонот или пак за испуштање на водените токови без опасност да биде загадена околината.
- да имат вградени колектори за прием и евакуација на бистра вода.
- да имат песочна брана со потребна дебелина и порозност за прием и евакуација на чистата понирачка вода.
- да има свое економско оправдание во процесот на концентрација.

Во последно време се проектираат брани со значително поголеми висини, при што достигнуаат и преку 100 м. висина. Економичноста се гледа во продолжувањето на векот на дренажниот систем, колекторот, пловната помпна станица, пулповодите и водоводот помеѓу флотацискиот погон и хидројаловиштето, кои впрочем претставуваат главни инвестициски трошкови при изградбата и одржувањето на хидројаловиштето. Поголемите брани овозможуваат поголем

простор за сместување на флотациска јаловина, истовремено намалувајќи ги трошоците по тон преработена руда во флотацијата.

Познавањето на геомеханичките карактеристики на јаловината која се депонира, како во песокливите брани, така и во хидројаловиштата, секако е од големо значење. Без тоа познавање не може да се замисли било каква статичка стабилност и безбедно и сигурно одлагање на флотациската јаловина. Времето на стоење на водата во таложното езеро на хидројаловиштето, времето дренажните води да поминат низ браната за пречистување и количината на заробената вода се во директна зависност од геомеханичките карактеристики на јаловината. Тие карактеристики се следните: гранулометриски состав, збиеност, водопропустливост, порозност, притисок во порите, консолидација, униформност, влажност, запреминска маса во збиена и растресита состојба, кохезија, агол на внатрешно триење и др.

7.2 Формирање на брана Тополница - Бучим

Основното решение за хидројаловиштето-браната Тополница е формирање на истата во три потфази од кота 582,0 м преку кота 610,0 м до крајната кота 630,0 м. Во процесот на подготовката на минералната суровина во ПРЕ-Флотација по издвојувањето на корисниот концентрат на бакар (халкопиритен концентрат) се добива отпаден материал-јаловина кој по својот состав претставува ситно-песоклива и фина прашкаста маса со релативна маса на масен удел од околу 99% од вкупно произведената руда. Оваа отпадна јаловина која е во форма на суспензија-пулпа се доведува до браната Тополница по пат на отворен каналски систем.

Овде преку систем на хидроциклонирање се разделува на маса со покрупни зрна и на маса на песочната фракција која служи за надвишување на браната, а милта се пушта во акомулацијата и во неа се таложи. Избистрената вода преку повтретен цефковод се испумпува и се враќа во процесот на флотација.

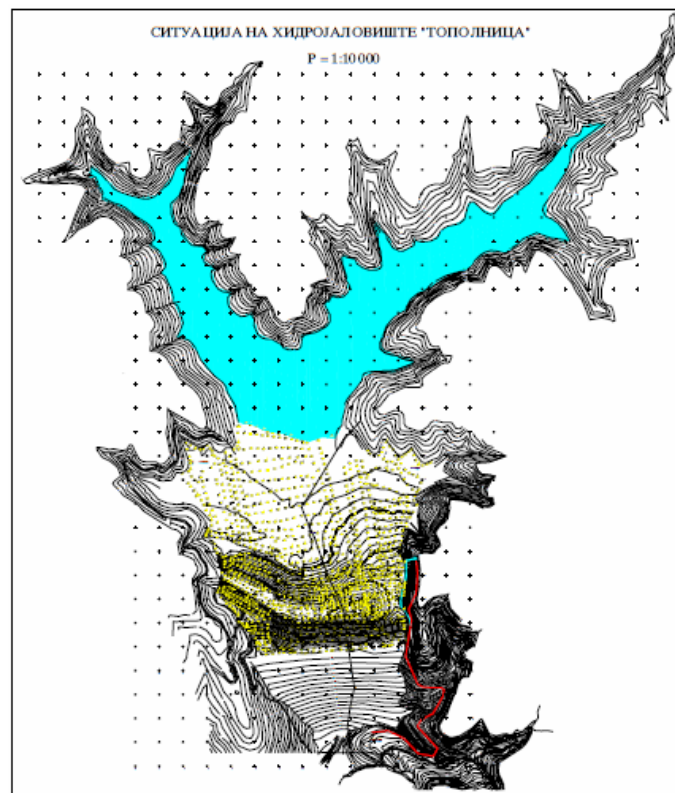
Со процесот на одлагање на флотациската јаловина, формирана е една од најголемите земјени брани во поширокиот регион на Балканот. Депонијата за флотациската јаловина, претставува земјена брана со широчина на круната од 150 м и проектирана висина од петата на браната до круната од 250 м.

Поради специфичната орографија на теренот, нагли извишувања и длабоки долини, вештачки формираните релјефни форми од флотациското јаловиште добро се вклопуваат со природната орографија на околниот терен, па во контекст на пејсажно-естетските карактеристики може да се каже дека истите немаат поголемо значење.



Слика 7.1 Фотографија од хидројаловиштето на рудникот Бучим

Figure 7.1 A photo of the hydro tailing dump of the mine



Слика 7.2. Ситуација на хидројаловиште

Figure 7.2 A condition of the hydro tailing dump

7.3 Влијание на флотациското хидроодлагалиште Тополница врз животната средина

Флотациските одлагалишта се објекти кои во одредени услови можат да бидат големи загадувачи на околниот простор, на површинските и подземни водотеци и на воздухот. Значи тие делуваат на животната средина преку земјиштето, водата и воздухот, а преку нив на целокупниот растителен и животински свет, па и на човекот. Флотациските реагенси кои се употребуваат во технолошкиот процес, како и растворените соли на тешките метали обично се присутни во водите кои се испуштат од одлагалиштето. Овие води содржат остатоци од флотациски реагенси, јони на тешки метали, како и ниска содржина на кислород и други нечистотии.

Влијанието на флотациските одлагалишта на животната средина, во услови на проектирање и контролирана експлоатација може да се разгледува низ следните елементи:

- завземање на земјиштето за нивно формирање
- загадување на површинските водотоци со испуштање на вишокот или целокупните води од таложното езеро и со испуштање на дренажните води.
- загадување на подземните водни токови со филтрациски и провирни води.
- загадување на воздухот со најситни честички од просушената јаловина, кои се разнесуваат под дејство на воздушните струења.
- загадување на земјиштето при таложење на честичките разнесени со ветерот или негова контаминација со загадените води.
- потенцијална опасност од хаварии при рушење на браните кои можат да резултираат со големи материјални штети и можни човечки жртви.

7.3.1 Влијание врз водите

Најсериозниот проблем од еколошки аспект се поврзува со складирањето на флотациската јаловина во хидројаловиштето, од каде се испуштаат контаминирани води во површинските и подземните текови. Како резултат на специфичниот состав на јаловината се создава непропустлив површински слој кој го оневозможува навлегувањето на водите во телото на

хидроодлагалиштето, што поволно се одразува, како на квалитетот на водите во околните водотеци, така и на стабилноста на хидројаловиштето. Ова се потврдува со непроменливиот капацитет на вода од изворите низводно на јаловиштето кои претставуваат добар показател за оценка на водопропустливоста на природната средина под хидројаловиштето. Со помош на пумпна станица за повратна вода, најголем дел од овие води (90-95%) се враќа во процесот на флотација, додека дренажната вода се испушта во реката Тополница.

Дел од водата се испушта преку дренажни води и излегува надвор од браната, а само повремено кога се појавуваат преливања на водите од акумулацијата низ отворите на одводниот колектор. Бидејќи во Бучим беше настаната хаварија на овој колектор, тој повеќе не е во употреба како преливен систем, туку слижи за прифаќање на дренажните води и нивното испуштање низводно од хидројаловиштето. Покрај сите мерки за контрола и подобрување на квалитетот (избистрување по пат на повеќедневно одлежување), водата спаѓа во 3 и 4 класа на води.

Поради специфичниот состав на јаловината, количината на дренажните води е прилично мала, со константен проток од 18 лит./сек. Заради филтрирањето низ дренажниот материјал водите се механички чисти, но хемиски се контаминирани.

Генерално од извршени анализи може да се констатира дека испуштената дренажна вода ги задоволува критериумите на МК, но истовремено е воочлив проблемот на рудничките води од Јасенов дол и Бучимското езеро кои се влеват во реката Тополница, што ја преминуваат дозволената граница на категоризација на водите.

Растворените тешки метали заедно со флотациските реагенси формираат многу стабилни и базични раствори, кои бавно се деконцентрираат во природните услови. Овие раствори директно влијаат на исчезнувањето на некој организми кои се од витално значење за опстанок на растителниот и животинскиот свет во водите.

Долгогодишното испуштање на контаминирани води во водите на реката Тополница, а понатаму во реката Лакавица и реката Брегалница, доведува до тоа да најголем дел од животните форми во водите на едно мошне големо

подрачје се уништуваат, додека нивното место го заземаат такви растенија и животни кои имат поголем степен на резистентност.

Постојните организми трпат големи физиолошко-биохемиски промени, истовремено натрупувајќи големи количини на штетни материи во своите органи, така да овие материи преку организмите или почвите кои се дел од глобалниот синџир на исхрана стигнат до други животни форми, па дури и до човекот. Истовремено, долготрајното испуштање на водите од хидројаловиштето придонесува таложење на штетни материи по страните на речните корита контаминирајќи ги околните почви.

7.3.2 Влијание врз воздухот

Влијанието на хидројаловиштата врз воздухот е пред сè изразено преку аерозагадувањето. Воздушните струења ги разнесуваат исушените честички од исталожената флотациска јаловина во околината. Овие влијанија се постојани и неизбежни, без оглед каква технологија се презема за депонирање и се во директна зависност од климатските услови. Рудникот и хидројаловиштето припаѓаат на радовишко-струмичкиот регион кој спаѓа во континентално субмедитеранската зона на Македонија во која е присутна субмедитеранска и источно-континентална клима. Регионот се одликува со високи температури кои се признак на изменета медитеранска клима која условува претежно меки зими со средна температура над нулата, есента е потопла од пролетта, додека летата се претежно суви и топли. Годишниот просек на врнежи изнесува 550 мм/м².

Заради лесната воочливост на аерозагадувањето, од страна на граѓаните се вршат најголеми реакции. Оваа појава се одразува на растителниот, на животинскиот свет и на човекот.

Како извор на загадувањето, во прв ред се потенцира круната на браната и сувите плажи во акумулациското езеро. Дел од косините над самата брана се рекултивирани и тие не претставуваат извор на аеро-загадување. Од самата круна на браната при појава на воздушно струење се подигат големи облаци на прав, кои зависно од интензитетот на ветерот се шират на многу големи површини, во прв ред врз самото село Тополница. Овој прав е опасен по здравјето на лугето.

7.3.3 Влијание врз земјиштето

Влијанието врз земјиштето од хидројаловиштето може да биде директно и индиректно. Директното е изразено преку физичкото завземање на земјиштето на кое се формира хидројаловиштето. Индиректното загадување на земјиштето се извршува со контаминирани води и со дисперзија на агресивна прашина во воздушните струења.

Директното загадување произлегува од самиот технолошки процес при валоризација на минералните сировини. Специфичните физичко-механички услови на површината од хидројаловиштето, создават посебни микроеколошки услови, кои се одликуваат со температурни екстреми, посебно во летниот период. Површинскиот слој се загрева многу повеќе за разлика од почвата во неговата непосредна близина. Капиларното поврзување помеѓу површинскиот слој и подлабокитеслоеве не е континуиран, со што површинскиот слој останува сув и лесно подвижен при воздушни струења.

Во актуелната ситуација може да се констатира дека околните ридски површини околу хидројаловиштето позитивно влијаат во поглед на намалување на аерозагадувањето, меѓутоа со фактот за надвишување на браната, овој ефект значително ќе се намали.

Индиректното загадување се претставува во загадувањето со површинските и подземните води, како и со аерозагадувањето. На овој начин се деградират многу големи површини. Исто така долготрајното емитирање на штетните влијанија, овозможува нивно концентрирање во почвата, со што доаѓа до глобално деградирање на почвата на голем регион.

Тешките метали кои взаемно делуваат во хумусните материи ги раскинуваат нивните врски со минералниот дел на почвата, што доведува до деструкција на почвената структура и делумно губење на хумусот, како и до намалување на антиерозивната способност на почвата. Тешките метали навлегуваат во растенијата и во земјоделските култури, предизвикувајќи физиолошко-биохемиски пореметувања кај нив. Голем дел од овие растенија покажуваат висока толерантност и способност за натрупување на тешките метали во нивните органи, така што можат да егзистират и на овие услови.

8 МЕТОДИ И НАЧИНИ НА ЗЕМАЊЕ МОСТРИ

Поради негативното влијание на рударството врз животната средина потребно е редовно да се извршува мониторинг на почвите, седиментите, водите и воздухот со цел проценка на квалитетот на истите и количинската застапеност на тешките метали во нив.

За да се изврши еден мониторинг потребно е да се изготви топографска карта на теренот кој треба да се испита, да се проучи кој метод и кој начин ќе се изберат како најдобри за земање на мострите, и секако, со кој метод ќе се извршат анализите за утврдување на застапеноста на тешките метали во почвата, седиментите и водите.

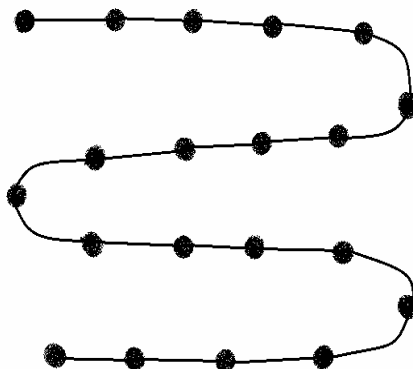
Земањето на мостри е најкарактеристично кај почвите, бидејќи се опфаќа голема површина.

Постојат два метода за земање на мостри од почва:

- Мешано (комполитно) земање на мостри и
- Систематско (мрежно) земање на мостри

Мешаниот метод на земање на мостри е помалку прецизен од мрежното земање мостри. Сигурни резултати може да се добијат ако земањето на мострите се врши со користење на редни броеви, мерење на далечината со уреди или GPS.

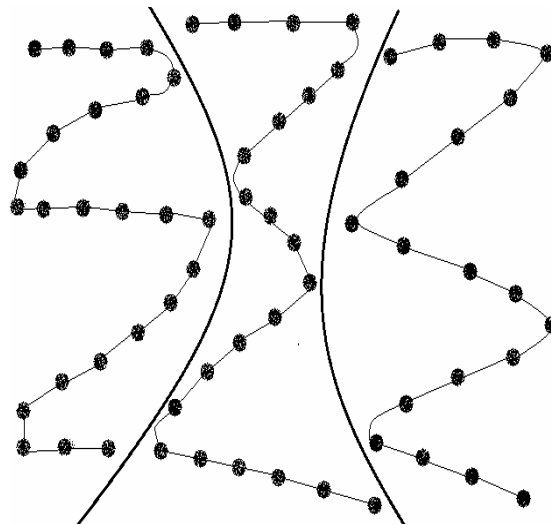
Најчест метод за земање на мостри е земање на случаен примерок без повикување на топографска карта или други карактеристики на теренот. Овој метод е добар за области со еднороден вид на почва.



Слика 8.1 - Една композитна мостра на почва составена од 20 и повеќе под-мостри

Figure 8.1 - A composite sample of soil consisted of 20 or more sub-samples

Доколку теренот е поделен на области со слична топографија се применува метод на слоевито мешано (компонитно) земање на мостри, и тогаш секоја област се испитува одделно.

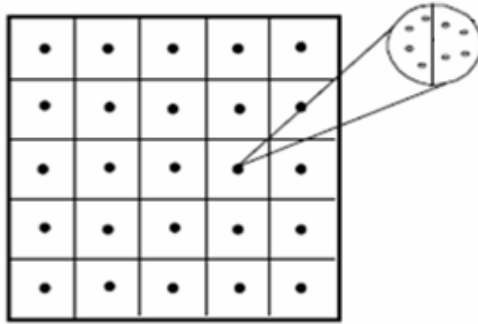


Слика 8.2 Три композитни мостри на почва, секоја составена од 20 и повеќе под-мостри
Figure 8.2 Three composite samples of soil, each consisted of 20 or more subsamples

Мрежното земање на мостри е со точно определени точки низ теренот, со фиксни интервали (една точка на хектар). Во близина на секоја точка се земаат по неколку под-мостри. Овие под-мостри се мешаат и заедно претставуваат една мостра за определената точка. Овој метод е поврзан со употреба на GPS опрема.

Систематското или мрежно земање на мостри треба да биде во одредени точки, во рамките на ќелијата од мрежата или во пресечната точка помеѓу ќелиите од мрежата. Кај мрежниот метод за земање на мостри постојат повеќе модели кои се разликуваат по начинот на распоредување на точките за земање на мострите и под-мострите. Некои од тие модели се опишани и прикажани на следните слики.

На слика 8.3 е прикажано мрежно земање на мостри кога точката е поставена во центарот на ќелијата, а од една точка се земаат 8-10 под-мостри во радиус од 3 m.



Слика 8.3 - Систематска шема - земање на мостри во вид на квадрат
 Figure 8.3 - A systematic sample –taking samples in the shape of square

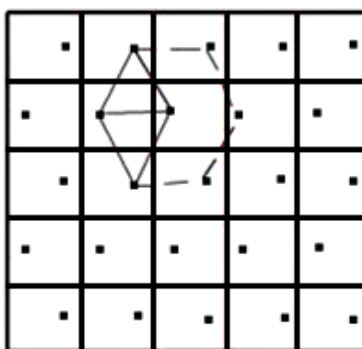
За да бидат мострите порепрезентативни, потребно е во мрежата точките за мостри да бидат организирани во систематска шема во вид на дијамант (Сл.8.4) или систематски неврзан мрежен модел (Сл.8.5). Моделот на мрежа за земање мостри во вид на дијамант се постигнува со поместување на точките на лево или десно од центарот на ќелијата во наизменични редови, нормално на мерените мостри (врз основа на броене редови, со користење на далечински мерни уреди или GPS).

Систематскиот неврзан мрежен модел за земање мостри дава најдобри резултати кога се користи GPS и се изведува на следниот начин:

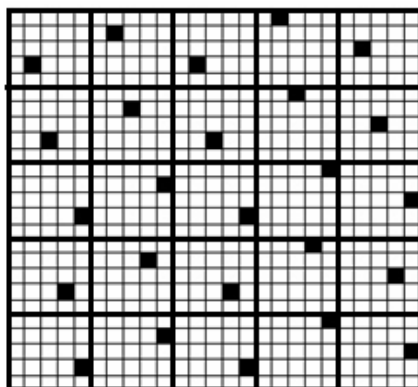
- Се раздвојува областа на ќелии со помош на крупна мрежа. Површината на ќелиите се мери, но не е задолжително.
- Потоа се наметнува потреба од поситна мрежа (референтна мрежа) во секоја крупна ќелија. На пример, ако има 5 редови и 5 колони во крупната мрежа, може да се избере секоја крупна ќелија да се подели во 25 помали ќелии.
- Се избира агол во крупната мрежа, на пример од горниот лев агол, и по случаен избор се избира ќелија за следниот примерок, една од 25 ќелии.
- Се поместува хоризонтално до следната крупна ќелија во најгорниот ред и се зачувуваат X координатите исти, но случајно се избира една нова Y координата.
- Се повторува процесот за сите крупни ќелии во најгорниот ред.

- Се враќаме во горниот лев агол и се повторува истиот процес надолу во првата колона од ќелијата, овој пат се зачувуваат Y координатите исти, но се менува X координатата едноподо друго во секоја подолна крупна ќелија.

Со оваа постапка интервалот е константен и по должината на редовите и надолу по колоните и се одржува без усогласување.



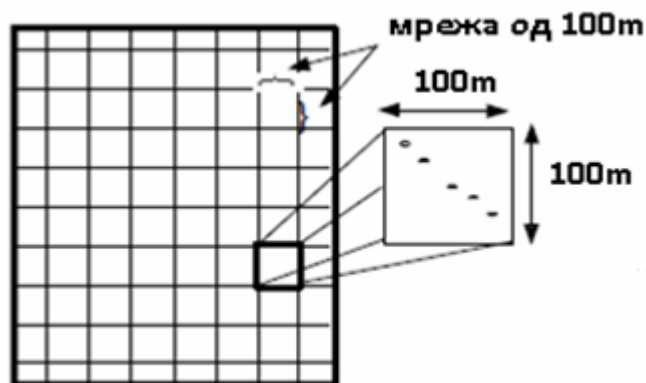
Слика 8.4 - Систематска шема - земање на мостри во вид на дијамант
 Figure 8.4 - A systematic scheme-taking samples in the type of a diamond



Слика 8.5 - Систематски неврзан мрежен модел
 Figure 8.5 - A systematic open web model

Големината на ќелиите во мрежата за земање мостри треба да се базира на потребата за испитување на областа, и може понатаму да се усогласи со тековните податоци од мониторинг системот. Во областите во кои се појавува високо до многу високо ниво на тешки метали потребно е мрежата

да се направи со помали димензии. Доколку се користат поголеми димензии за ќелиите тогаш мострите ќе се земаат како на Сл. 8.6.



Слика 8.6 - Шема на ќелии за земање на мостри
Figure 8.6 - A scheme of cells for taking samples

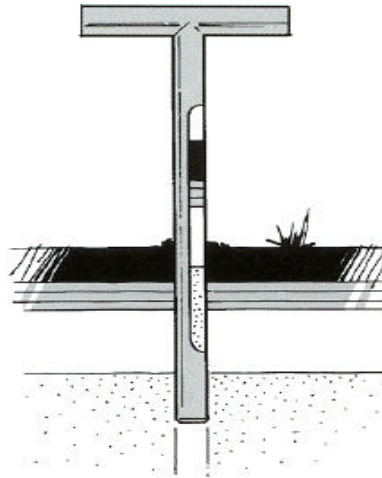
Друг модел на земање мостри е кога теренот се дели на ќелии и се земаат по 5 под-мостри во рамките на секоја ќелија. Овие пет под-мостри се мешаат и ја претставуваат мострата на таа ќелија (Сл. 8.7). Од овој модел на земање мостри произлегуваат добри репрезентативни резултати. Оваа постапка треба подеднакво да се примени и спроведе на целата област.



Слика 8.7 - Модел со мешање на пет точки
Figure 8.7 - Model of merging five points

Откако е одлучено според кој метод ќе се земаат мострите, следува одлука за начинот на кој што ќе се земаат истите. Земање на мостри од почва може да се врши на повеќе начини. Еден од начините е земањето на мостри со помош на сонда (Сл. 8.8). Потребни алатки за земање на мостри со сонда се: сонда, лопатка, кофа и ќеси. Алатките треба за време на користењето да се одржуваат чисти. Мострите се земаат како што е прикажано на сликите 8.8 и 8.9. Откако се извади

почвата со помош на сондата се истура во кофа, каде што се мешаат петте под-мостри и таа почва претставува мостра земена од одредена точка.



Слика 8.8 - Земање на мостра со сонда

Figure 8.8 - Taking a sample by a sonde



Слика 8.9 - Земање на мостра со сонда

Figure 8.9 - Taking a sample by a sonde



Слика 8.10 - Земање на мостра со лопатка

Figure 8.10 - Taking a sample by a spatula



Слика 8.11 - Земање на мостра со лопатка

Figure 8.11 - Taking a sample by a spatula

Друг начин е земање на мостри со помош на лопатка (Сл. 8.10, 8.11). Потребните алатки се лопатка или лопата (во зависност од потребите за длабочината на земање на мострите), кофа и ќеси. и овде треба алатките да се одржуваат чисти за време на земањето на мострите. Принципот е ист како и во претходниот случај.

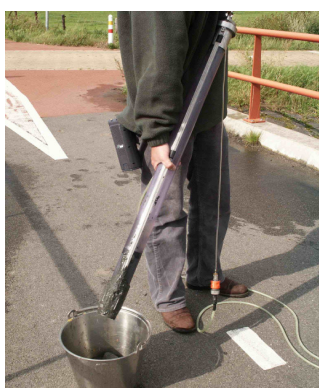
Земањето на мостри од седименти е малку поедноставно за планирање, бидејќи седиментите, на пример од река се земаат на точно определено растојание низдолжно по реката. Начинот на земање на мострите е ист како и кај почвите, но сепак се разликува според алатките кои што се користат. Во зависност од видот на водите дали се протечни или непротечни се користат различни алатки.

Земањето на мостри од седименти од непротечни води се врши на два начина и тоа: со помош на штипалка - се зема мала мостра со репрезентативни својства (Сл.8.12), и со помош на сонда - јадрото од сондата мора да ги опфати сите важни слоеви (Сл.8.13).

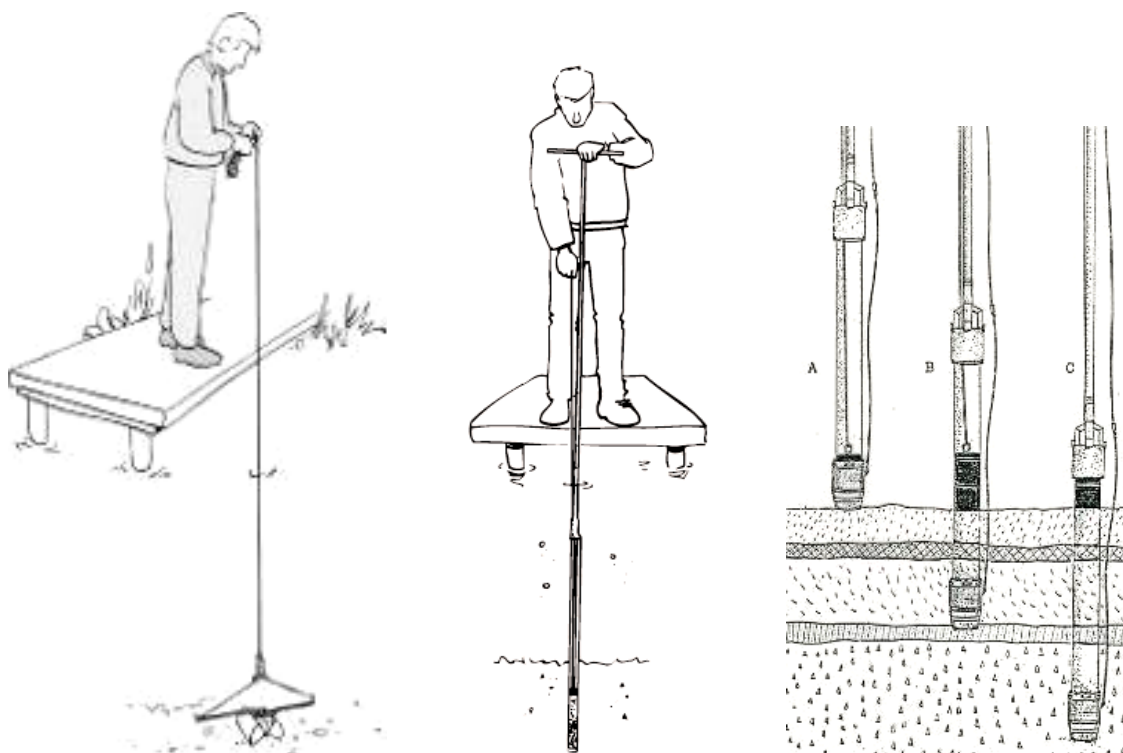
Земањето на мостри од седименти од протечни води се врши со штипалка. Мострата се зема на специфична длабочина низ реката и потребно е да се земат повеќе мостри од кои ќе се добие просечен резултат.



Слика 8.12 - Земање на мостри со штипалка
Figure 8.12 - Taking a sample by a pincer



Слика 8.13 - Земање на мостри со сонда
Figure 8.13 - Taking a sample by a sonde

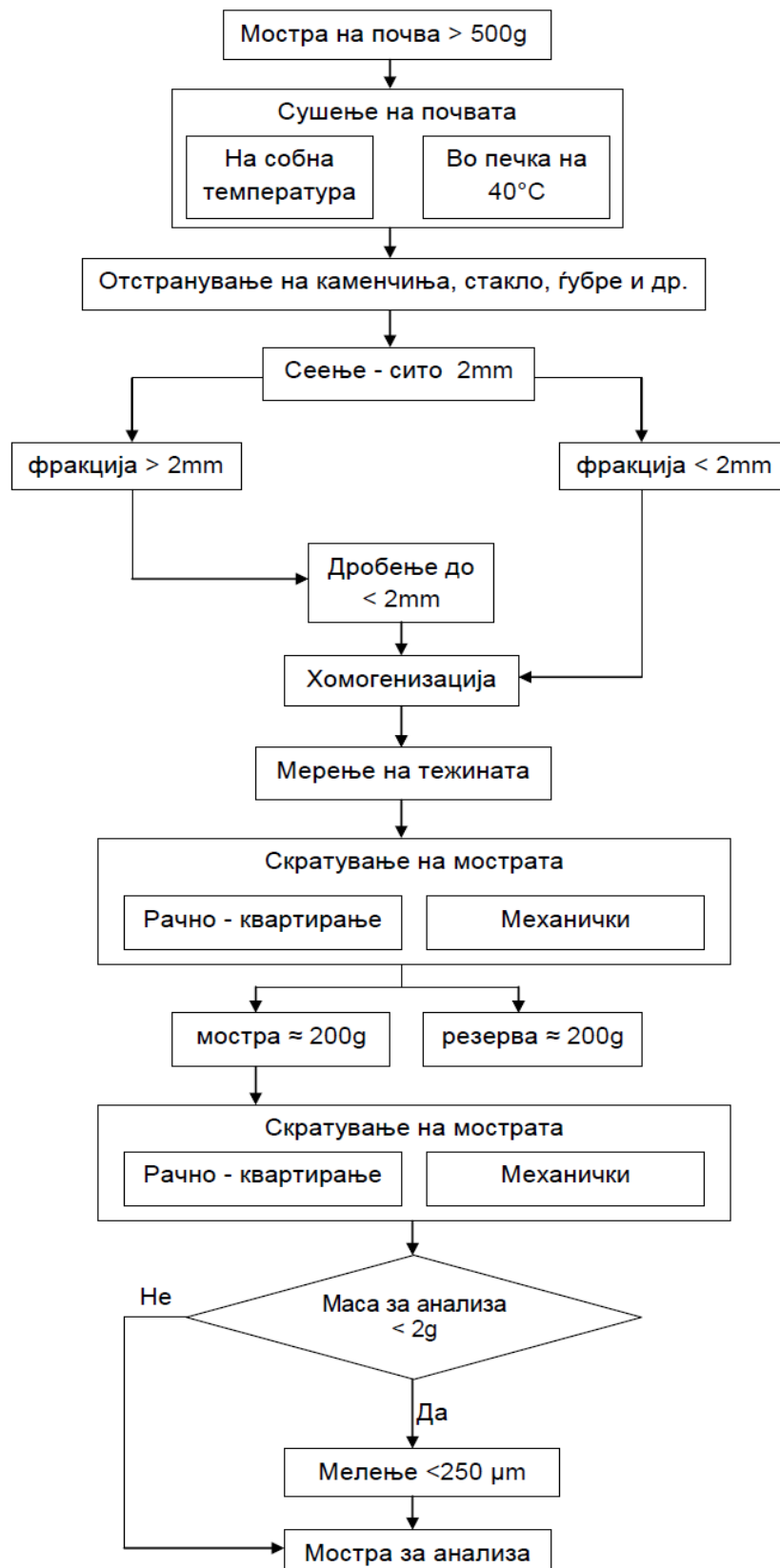


Слика 8.14 - Земање на моистри од седименти со штипка и сонда
 Figure 8.14 - Taking a sample of sediments by a pincer and sonde

Според ISO 11464 подготовката на мострите кои ќе се подложат на физичко-хемиски анализи, претходно треба да се подготват според следните чекори: сушење, дробење, сеење, скратување и мелење.

Најнапред почвата треба да се суши на собна температура или во печка на температура од 40°C. Сушењето трае сè додека загубата во масата на почвата не е поголема од 5% за 24 часа. Од сувата почва се отстрануваат сите нечистотии (каменчиња, стакло, ѓубре) и се просејува низ сито со отвори од 2 mm. Покрупните парчиња од 2mm се дробат, а делот кој е поситен од 2 mm се скратува со помош на механички разделувач или рачно според методата на квартаирање. Скратувањето на пробата се повторува неколку пати во зависност од тежината на мострата.

Доколку на мострата треба да се направи хемиска анализа за која е потребно почва од 2g со крупност поситна од 250µm, мострата се подложува на мелење. Постапката на обработка на мостра шематски е прикажана на слика 8.15.



Слика 8.15 - Шематски приказ на постапка на обработка на мостри
 Figure 8.15 - A scheme of the samples reclamation procedure

Земањето на мостри на вода варира во голема мера и според тоа, не може да се препорача универзална постапката за земање мостри. Сепак, земањето на мостри од вода генерално може да се постигне преку употребата на една од следниве техники:

- Kemmerer или Van Dorn шишиња - со овие земачи на мостри се добиваат мостри од неколку длабочини, а може да се користат и за хоризонтални и вертикални земања на мостри. Хоризонталните земачи на мостри се наменети за плитки или длабоки води. Тие се спуштаат хоризонтално, паралелно на дното и ја собираат водата околу еден метар пред да се затворат. Ова обезбедува репрезентативна мостра на вода за специфични длабочини.
- Вачон bomb земач на мостри – се користи за земање на мостри од резервоари со вода.
- Dip земач на мостри – претставува шише кое се пушта на одредена длабочина и се полни со вода, се затвора и се извлекува. Се користи за земање на мостри од отпадни води, а посебно за тестирање на сурова нафта, петрохемиски течности, горива, керозин и сл.
- Перисталтика пумпи за земање на мостри - Перисталтика пумпи се дизајнирани за земање на мостри на вода од плитки бунари и било кој површински извор на вода, со помош на вакуум или притисок водата се транспортира преку цевките.
- Автоматски земач на мостри – идеален е за земање на мостри на вода од отпадни, индустриски и атмосферски води.

Со овие техники за земање мостри се овозможува земање на репрезентативни мостри од мнозинството на површинските води.

Откако мострите се земат, следуваат следниве постапки:

1. Трансфер на мострата во погоден, чист сад за мостри.
2. Етикетирање на садот.
3. Зачувување на примерокот доколку е соодветно земен и негово затворање.
4. Ставање на садот во пластични кеси и негово чување на температура од 4°C.

Земаните мостри од вода се анализираат со различни техники според одредени параметри. За одредување на рН вредноста се користи електрохемиска метода (рН метар), за амонијак и амониум се користи спектрометрија, дестилација и титрација или потенциометриска метода. За одредување на спроводливоста се користи електрохемиска и кондуктометриска метода, за одредување на тешките метали - ICP-AES, за цврстина - EDTA-титрација, додека за замагленост се користи оптичка метода. За одредување на вкупен цијанид се користи потенциометриска метода, а за одредување на растворен кислород се користи и одметриска титрација. Фосфорот се одредува со спектрометрија и суспендираните честички со филтрирање и гравиметриска метода.

9 СИСТЕМ НА МОНИТОРИНГ, РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА

Мониторингот и испитувањата, генерално ќе бидат поделени на два периоди. Првата анализа ќе биде опфатена во Фаза 1 и истата се однесува за периодот од 2005 год. Кога водотеците од Бучимско езеро и Јасенов дол се влеваа директно во реката Тополница. Втората анализа е опфатена во фаза 2, а тоа е периодот од 2010год. Кога се става во функција системот за зафаќање на дренажните води од постоечкото одлагалиште и одведување хидроодлагалиштето.

9.1 Фаза 1

За нормално функционирање на рударските активности на површински коп, неопходно е одводнување на зоната на активностите, со цел да се обезбеди поголема стабилност на работната средина како и нормални услови за функционирање на механизацијата. Од тие причини, подземните води, како и атмосферските води кои се влеваат во зоната на копот, се собираат на најниската кота од копот(водособирник) и се испумпуваат со систем од пумпи надвор од зоната на копот, односно во погоре споменатото вештачко езеро.

Овие води (посебно атмосферските кои се побогати со кислород) при своето движење доаѓаат во контакт со карпите кои содржат лесно реактивни минерали, пред се сулфидни минерали на бакарот (халкопирит најчесто пратен од пирит и магнетит). Во тој контакт доаѓа до оксидација на сулфурот со што се покачува киселоста на водата и се овозможува растворање на металните јони, со што се зголемува концентрацијата на бакарот, железото и на другите присутни метали. Дополнително, како што беше погоре споменато, отворените површини се мошне подложни на ерозија, како резултат на што доаѓа до значително зголемување на концентрацијата на цврстите честички, како седименти во рудничките води, кои потоа освен механички загадувачи, претставуваат долготраен извор на хемиска контаминција на водата (со нивното постепено разложување).

Количеството на овие води варира во текот на годината и се движи од минимални 0 до 10 l/s во сушните (летни) периоди до 30 l/s во периодите на интензивни врнежи. Целата количина на овие води се испумпува во езерцето, а од таму низ една суводолица на растојание од околу 1,5 km се влева во реката Тополница.

Во табела 9.1 се дадени резултатите од хемиската анализа на водите од езерото и е извршена класификација на истите според Уредбата за класификација на водите (“Службен весник на Р.М.” бр.18/99).

Мора да се напомене дека овие процеси се посебно изразени во периодот од рестартирањето на рудникот, поради фактот што водата подолг период (за време на стечајот) не била испумувана од рудникот при што на дното на копот е формирано цело езеро. Со подолгиот престој на водата во контакт со рудните маси, значително е зголемена концентрацијата на контаминатите.

Табела 9.1. Резултати од хемиската анализа на водите од езерото со атомско-емисиона спектрометрија со индуктивно спрегната плазма, ICP-AES (Хемиска лабораторија - Рударско-геолошки факултет-Штип)
 Table 9.1. Results of the chemical analysis of the waters in the Lake with an atomic-emissional spectrometry by an inductive harnessed plasma, ICP-AES (Chemical laboratory - The Faculty of Mining and Geology - Stip.)

Класификација според уредбата за поделба на водите / Classification by the rule for water division			метали / metals	Води од одводнувањето на П.К. / Water from P.K.	
I-II класа / class	III-IV класа / class	V класа / class		измерени вредности / measured values (µgr/l)	
MDK (µgr/l)				MM 1	класа / class
30	50	>50	As	108,2737	V
2	20	>20	Ag	2,577213	I
100	100	>100	Ti		
1500	1500	>1500	Al	25453,55	V
			Sr	1302,643	
			Ca	439102,1	
1000	4000	>4000	Ba	8,7	I
50	100	>100	Ni	672,9808	V
50	1000	>1000	Mn	47424,79	V
300	1000	>1000	Fe	28,25466	I
50	100	>100	Cr	34	I
			Mg	233826,1	
			Na	61510,78	
100	200	>200	V	0	
			P	< 5	
100	200	>200	Zn	2906,213	V
10	50	>50	Cu	25030,28	V
10	30	>30	Pb	12,60517	III-IV
0,1	10	>10	Cd	23,72462	V
100	2000	>2000	Co	1117,58	III-IV
			K	16340	

Како што погоре беше споменато во Јасенов дол се влеваат сите атмосферски води од зоната на депонијата на рудничката јаловина и фабричкиот круг. Повремено во овој систем доаѓаат и водите со кои се мијат производните постројки или дел од технолошките води во услови на дефекти. На својот пат овие води поминуваат низ депонијата на рудничката јаловина, при што се јавува погоре објаснетиот процес на закиселување и растворање на металните јони. Тој процес е дури поинтензивен со оглед на фактот што во оваа депонија се депонирани и големи количества оксидна руда, која во сегашниот процес се смета за јаловина.

Резултатите од хемиската анализа на водите кои се влеваат во Јасенов дол се дадени во табела 9.2.

Табела 9.2. Резултати од хемиската анализа на водите од Јасенов дол

Table 9.2. Results of the chemical analysis of the waters in the Jasenov Dol

Класификација според уредбата за поделба на водите / Classification by the rule for water division			метали / metals	Води од Јасенов дол / Water from Jasenov dol	
I-II класа / class	III-IV класа / class	V класа / class		измерени вредности / measured values ($\mu\text{g/l}$)	
MDK ($\mu\text{g/l}$)				ЈД 1	класа / class
30	50	>50	As	572,0656	V
2	20	>20	Ag	25,63741	V
100	100	>100	Ti	2,5	I
1500	1500	>1500	Al	215729,7	V
			Sr	889,5697	
			Ca	290153,7	
1000	4000	>4000	Ba	18,76048	I
50	100	>100	Ni	2246,611	V
50	1000	>1000	Mn	149873,7	V
300	1000	>1000	Fe	1495,107	V
50	100	>100	Cr	75,26235	III-IV
			Mg	574796,2	
			Na	114105,1	
100	200	>200	V	53,32683	I
			P	176,827	
100	200	>200	Zn	3914,910	V
10	50	>50	Cu	434487,86	V
10	30	>30	Pb	8,534063	I
0,1	10	>10	Cd	20,51243	V
100	2000	>2000	Co	4301,69	V
			K	32599,75	

Од хемиската анализа јасно се воочува дека овие води се екстремно загадени и според речиси сите параметри влегуваат во В категорија на најзагадени води.

Во овие води е забележан највисок степен на киселост (pH - 3,7), така што и концентрациите на сите метални јони се екстремно високи (многукратно повисоки од МДК) почнувајќи со Cu^{2+} чија концентрација изнесува 434,48 mg/l, потоа Zn, Ni, Co, Cd, и As.

Овие води на неколку стотина метри се влеваат во реката Тополница. Поради зголемувањето на количеството на вода, како и поради мешањето со неутрални до базни води (во оваа река претходно се влеваат дренажните води од хидројаловиштето), доаѓа до нагло паѓање на pH вредноста, а со тоа и перципитација на металните јони кои се претвораат во хидроксиди.

Оваа појава е посебно изразена кај алуминиумот, поради што и на дното на коритото се појавува бел талог, како и кај бакарот, кој веднаш по мешањето ја обојува водата во сино.

Покрај таложењето на металните јони и разблажувањето на водите, концентрацијата на токсичните метали по влевањето на водите од Јасенов дол е сеуште екстремно висока и овие води исто така по најважните параметри спаѓаат во V категорија .

Резултатите од хемиската анализа на водите во р. Тополница по влевање на водите од Јасенов дол се дадени во табелата 9.3.

Табела 9.3. Резултати од хемиската анализа на водите од р.Тополница по влевањето во Јасенов дол (Хемиска лабораторија – Рударскогеолошки факултет Штип)

Table 9.3. Results of the chemical analysis of the waters in the river Topolnica after flowing into the Jasenov Dol. (Chemical laboratory –The Faculty of Mining and Geology –Stip.)

Класификација според уредбата за поделба на водите Classification by the rule for water division			метали metals	Води од р. Тополница по вливот на Јасенов дол Water from river Topolnica after pouring in Jasenov dol	
I-II класа/class	III-IV класа/class	V класа/class		измерени вредности measured values	
MDK ($\mu\text{gr/l}$)				ТП 2	класа class
30	50	>50	As	366,7618	V
2	20	>20	Ag	12,682426	III-IV
100	100	>100	Ti	26,275791	I
1500	1500	>1500	Al	92079,183	V
			Sr	623,6154	
			Ca	214138,25	
1000	4000	>4000	Ba	36,881703	I
50	100	>100	Ni	1145,8453	V
50	1000	>1000	Mn	79363,321	V
300	1000	>1000	Fe	324,42752	III-IV
50	100	>100	Cr	34,46269	I
			Mg	360866,24	
			Na	113256,52	
100	200	>200	V	31,057634	I
			P	154,063	
100	200	>200	Zn	1988,398	V
10	50	>50	Cu	205455,234	V
10	30	>30	Pb	13,733252	III-IV
0,1	10	>10	Cd	10,853971	V
100	2000	>2000	Co	2048,8906	V
			K	24925,94	

Водите од дренажниот систем на хидројаловиштето кои директно се влеваат во р.Тополница на чие корито е изградена депонијата за флотациска јаловина се во основа неутрални до базни (pH 6-7) поради фактот што флотациската јаловина која се испушта во депонијата е изразито базна.

Од тие причини, концентрацијата на метални јони во овие води е минимална, освен со исклучок на некои параметри, а пред се As (V класа), Mn (III-IV класа), Cu (V класа), Pb (III-IV класа) и Cd (III-IV класа). Покрај тоа овие води се релативно сиромашни со O_2 , што е генерална карактеристика на сите

подземни води, за какви може да се сметаат овие дренажни води. Резултатите од хемиската анализа на дренажните води од хидројаловиштето, односно р. Тополница на чие корито е формирано истото, дадени се во табела 9.4.

Табела 9.4. Резултати од хемиската анализа на водите од р.Тополница односно дренажните води од хидројаловиштето (Хемиска лабораторија –Рударскогеолошки факултет Штип)

Table 9.4. Results of the chemical analysis of the waters in the river Topolnica that is the drainage waters of the hydro tailing dump. (Chemical laboratory –The Faculty of Mining and Geology –Stip.)

Класификација според уредбата за поделба на водите / Classification by the rule for water division			Метали / metals	Води од р. Тополница по вливот на Јасенов дол / Water from river Topolnica after pouring in Jasenov dol	
I-II класа / class	III-IV класа / class	V класа / class		измерени вредности (µgr/l) / measured values (µgr/l)	
MDK (µgr/l)				ТП 1 / TP 1	Класа / class
30	50	>50	As	169,27	V
2	20	>20	Ag	0,1047	I
100	100	>100	Ti	25,452	I
1500	1500	>1500	Al	150,14	I
1000	4000	>4000	Ba	56,405	I
50	100	>100	Ni	1,7152	I
50	1000	>1000	Mn	57,104	III-IV
300	1000	>1000	Fe	43,837	I
50	100	>100	Cr	-0,673	I
100	200	>200	V	1,6428	I
			P	47,352	
100	200	>200	Zn	3,3533	I
10	50	>50	Cu	57,745	V
10	30	>30	Pb	11,497	III-IV
0,1	10	>10	Cd	0,106	III-IV
100	2000	>2000	Co	3,9109	I

Врз основа на сето погоре кажано може да се изнесе констатацијата дека водите кои се испуштаат од зоната на рударските активности на П.К."Бучим" доведуваат до значителни хемиски и механички загадувања на единствениот реципент т.е. единствениот постојан водоток во поширокото подрачје - р. Тополница.

Иако, со оглед на специфичните геолошки и хидрогеолошки услови, директната пенетрација на ефлуентите во подземните води е лимитирана на мал простор, сепак екстремната загаденост на р. Тополница, условува одреден степен на загаденост, на целиот водоносен слој по коритото на оваа река. Тој

степен варира, па не е можно јасно да констатира, колку плитките подземни води од водоносниот слој на оваа река се контаминирани. Секако мора да се потенцира дека иако концентрациите на тешките метали се над МДК, овие води се со значително подобар квалитет.

Тоа се потврдува и со хемиските анализи на примероци од вода земени од плиток бунар во аквиферот на р. Тополница, на растојание на неколку километри од рудникот во населбата Дамјан. Резултатите од овие анализи се прикажани во табела 9.5.

Табела 9.5. Резултати од хемиската анализа на водите од плиток бунар од аквиферот на р.Тополница на растојание од 2 км од рудникот во с.Дамјан (Хемиска лабораторија - Рударскогеолошки факултет Штип)

Table 9.5. Results of the chemical analysis of the waters from a shallow pit of the aquifer of the River Topolnica on a distance of 2 km from the mine in the Damjan village. (Chemical laboratory - The Faculty of Mining and Geology -Stip)

Класификација според уредбата за поделба на водите / Classification by the rule for water division			Метали / metals	Вода од бунар на 2 км од рудникот / water from wells at 2 km from the mine	
I-II класа / class	III-IV класа / class	V класа / class		измерени вредности (µgr/l) / measured values (µgr/l)	
МДК (µgr/l)				ПБ / PB	Класа / class
30	50	>50	As	70,60205	V
2	20	>20	Ag	0,79	I
100	100	>100	Ti		
1500	1500	>1500	Al	2290	V
			Sr	1181,979	
			Ca	441051,6	
1000	4000	>4000	Ba	10.9913	I
50	100	>100	Ni	<5	I
50	1000	>1000	Mn	83.90576	I
300	1000	>1000	Fe	12.51954	I
50	100	>100	Cr	12.78579	I
			Mg	137916.3	
			Na	56306.55	
100	200	>200	V	0	I
			P	13.02682	
100	200	>200	Zn	208.4205	V
10	50	>50	Cu	88.1037	V
10	30	>30	Pb	4.38692	I
0.1	10	>10	Cd	6.697534	I
100	2000	>2000	Co	<5	I
			K	4732.779	

На крај треба да се напомене дека водите од р. Тополница на растојание од 15 км понатаму (под името Маденска река), се влеваат во р. Лаковица, а понатаму во р.Брегалница, непосредно пред нејзиното влевање во р. Вардар. Покрај високиот степен на загаденост, а со оглед на релативно малата количина на вода, која ја носи овој водотек, поголема контаминација на овие главни водотеци досега не е забележана, иако неможе сосема да се исклучи. Можеме да констатираме дека нема прецизни податоци за степенот на влијанието на водите од р. Тополница врз контаминацијата на реките Брегалница, односно Вардар.

Направените анализи на примероци од почвите во близина на р.Тополница потврдуваат дека нивото на контаминираност со соли на тешки метали во почвите исто така е над дозволеното (табела 9.6).

За испитување беа земени мостри на растојание од 25 м лево и десно по течението на реката. Мострите од почви се земени од слојот кој што се наоѓа под хумусниот слој. Мостра бр. 1 е земена во близина на флотациско јаловиште над с. Тополница, мостра бр. 2 во близина на река Тополница и мостра бр. 3 во близина на вливот на река Тополница и потокот од рудникот Бучим во Маденска река.

Табела 9.6. Резултати од хемиската анализа на водите од плиток бунар од аквиферот на р.Тополница на растојание од 2 км. Од рудникот во с.Дамјан (Хемиска лабораторија - Рударскогеолошки факултет Штип)

Table 9.6. Results of the chemical analysis of the waters from a shallow pit of the aquifer of the River Topolnica on a distance of 2 km. from the mine in the Damjan village. (Chemical laboratory - The Faculty of Mining and Geology - Stip)

МДК / MDK	Метали / metals	БУЧИМ / BUCHIM		
		измерени вредности (µgr/l) / measured values (µgr/l)		
		ХЈ (1) / HJ (1)	П.Т (2) / P.T. (2)	П.М (3) / P.M. (3)
%		%		
0,26	Al	2.20	1.51	1.82
1,40	Fe	4.84	2.43	50.1
	Ca	1.65	0.479	0.706
	Mg	2.00	0.671	0.849
	Na	0.131	0.029	0.043
	K	1.41	0.316	0.306
0,040	Mn	0.072	0.042	0.065
	Ti	0.182	0.088	0.140
	P	0.162	0.045	0.115
[mg/kg]		[mg/kg]		
17.50	Cu	35.00	68.69	295.34
49.00	Sr	20.81	22.33	9.49
0.70	Ba	244.05	78.73	56.00
9.90	Ni	25.84	15.28	21.21
10.00	Cr	55.22	28.60	66.58
22.50	Zn	87.97	40.64	45.73
10.50	Pb	8.71	18.06	19.45
10.00	Co	19.68	10.24	19.14
0.20	Cd	6.64	3.15	7.04
50.00	V	79.00	38.00	88.00
1.10	As	3.08	14.43	33.20
<0,5	Ag	0.53	0.20	0.36

9.2 Фаза 2

Како што предходно беше споменато, во оваа фаза ќе се опфати периодот на мониторинг и испитување во 2010 год. Односно пред и по ставањето во функција на системот на зафаќање на дренажните води (бучимско езеро и јасенов дол) од постоечкото одлагалиште на раскривка и одведување во хидројаловиштето.

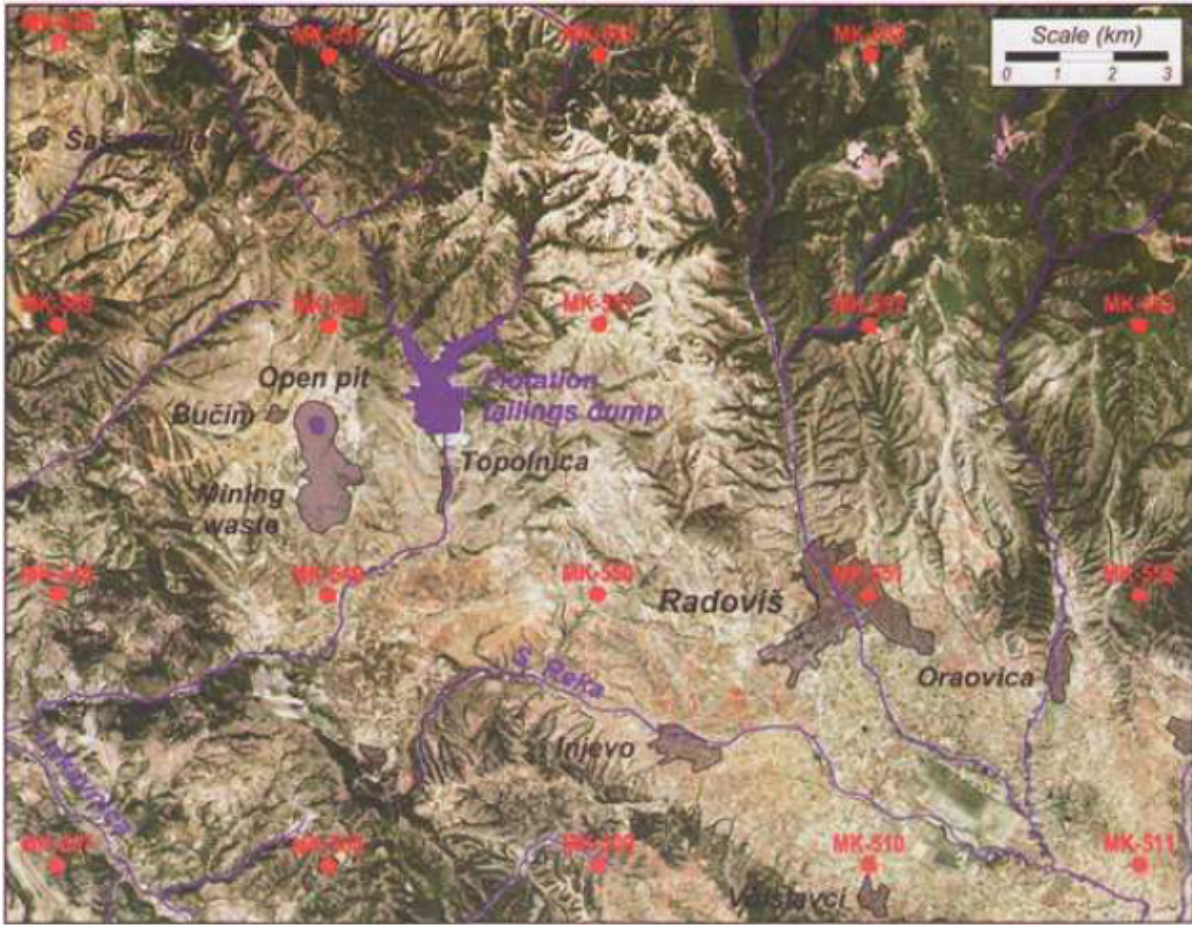
9.3 Мониторинг со примероци на почва

Со цел следење работата на рудникот и неговото влијание врз квалитетот на почвите во околината, во текот на 2010 година направени се два одделни мониторинга на почвите.

▪ Мониторинг 1

Во рамките на студијата “Геохемиски атлас на Радовиш и неговата околина и дистрибуција на тешки метали во воздухот” (19), извршени се испитувања на загадувањето на воздухот преку примена на мониторинг со користење мов, прав од поткровни греди и почва. Овој мониторинг се однесува на околината на градот Радовиш, а рудникот Бучим е покриен со поширока мрежа на локации за примероци.

Во испитуваното подрачје беше спроведен мониторинг со користење на примероци почва. За таа цел беа собрани 20 примероци на почва од површинскиот слој. На истите локации паралелно беа собрани и 20 примероци на почва од длабочинскиот слој. Примероците на почва од длабочинскиот слој беа собирани за да се утврди дали постои антропогено загадување на почвата или дали високите содржини на елементите се должат на геологијата на земјиштето. Во сите 40 примероци беше одредена содржината на 19 елементи (Al, As, Ba, Ca, Cr, Cu, Fe, Ga, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sr, V и Zn). Кај сите испитувани елементи не се утврдени значајни разлики помеѓу вредностите за содржината на елементите во примероците почва од површинскиот и длабинскиот слој. Единствено кај Cu се забележува висока содржина во површинскиот слој на почвата во примерок чија локација е непосредно до рудничката јаловина (МК-549)



Сл. 9.1 – Локации на земање на примероци на почва
 Picture 9.1-Locations where soil samples are taken

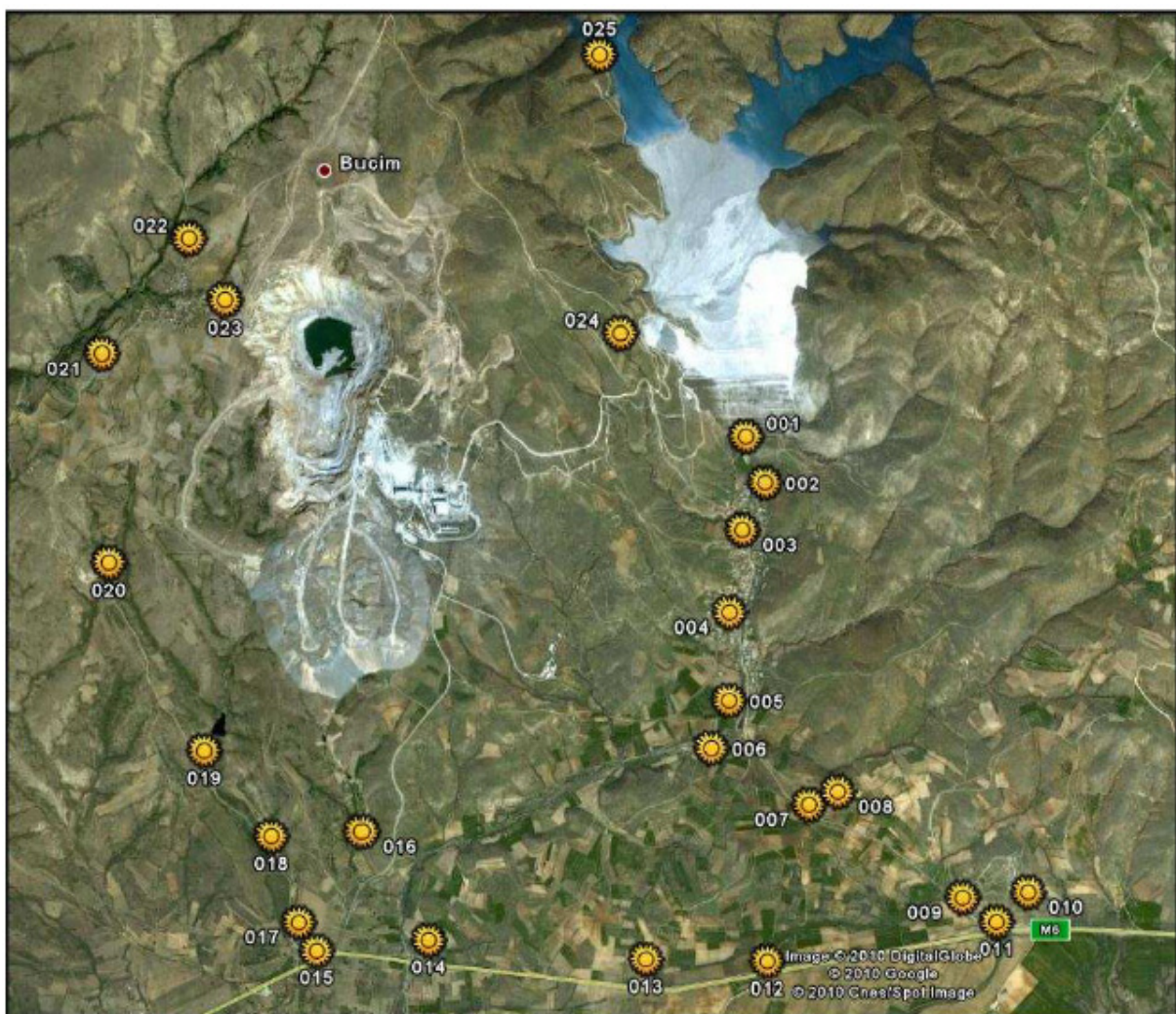
▪ Мониторинг 2

Вториот мониторинг бил наменет конкретно за да се оцени влијанието на рудникот врз почвите во неговата околина, при што одредена е погуста мрежа на мерни места. Во Февруари 2010 година, земени се примероци од површински почви од 25 локалитети во пошироката околина на рудникот и флотацијата за бакар “Бучим. Целта на ова истражување е анализите на тешки метали во примероци од почви, односно следење на влијанието на работата на рудникот Бучим врз почвите во околината. Анализата е извршена на 20 елементи (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sr и Zn), при што определувањето на овие елементи е извршено со примена на атомската апсорпциона и емисиона спектрометрија.

Во извештајот, добиените резултати од анализите се споредени со холандски стандарди за почва (20) каде што постојат референтните и интервентните вредности.

Со споредба на добиените резултати со референтните и интервентните вредности на поедините елементи може да се заклучи дека најголемиот број на елементи кои се опфатени со Холандските стандарди не ги надминуваат интервентните вредности. Единствено примероците со ознака P-15, P-17 и P-18 ги надминуваат интервентните вредности за бакар од 190 mg/kg и за арсен од 53 mg/kg; како и примероците P-1 и P-10 кои ги надминуваат интервентните вредности за олово (530 mg/kg) за Zn (720 mg/kg) и Арсен (55 mg/kg)

Релативно ниските Ph вредности на дренажните води од постоечкото одлагалиште укажуваат на можно нарушување на квалитетот на почвата, односно закиселување во басените на дренажните потоци и под самото одлагалиште.



Сл. 9.2. Локации на земените примероци од почви од околината на рудникот Бучим

Picture 9.2. Locations of the taken samples from the soils around the mine Buchim.

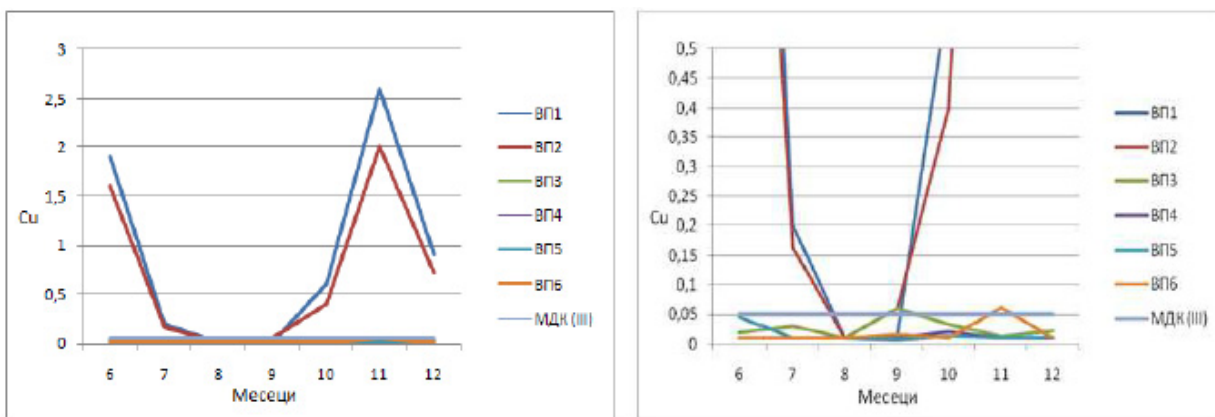
9.4 Мониторинг на квалитетот на води на Река Крива Лаковица

Со цел следење на влијанието на работата на рудникот “Бучим” врз реката Крива Лаковица, како реципиент на отпадните води од рудникот, ДПТУ “Бучим” врши редовен мониторинг на квалитетот на овие води. Мониторингот се базира на месечно земање примероци од р.Крива Лаковица на 6 локации (ВП) и примероци на подземна вода од 4 локации (ВП) (примероците се земаат од постоечки бунари). Параметрите кои редовно се следат со овој мониторинг вклучуваат: вк.сув остаток на 105° С, вк.сув остат.филтрат 105° С, суспендирани материји, бакар, железо, карбонатна тврдина и рН

Табела 9.7. Приказ на концентрации на Си по месеци по мерно место на р.Крива Лаковица (период 06.1010-12.2010)

Table 9.7. A picture of the concentrations of the Cu per months and per measured area of the river Kriva Lakavica (since 06.2010 to 12.2010)

Мерно место / measuring location	Концентрација по месеци (mg/l) / concentration by month (mg/l)						
	6	7	8	9	10	11	12
ВП1	1,9	0,2	0,01	0,013	0,6	2,6	0,91
ВП2	1,6	0,163	0,01	0,06	0,4	2	0,72
ВП3	0,02	0,031	0,01	0,06	0,033	0,013	0,023
ВП4	0,01	0,011	0,01	0,011	0,021	0,01	0,01
ВП5	0,046	0,011	0,01	0,007	0,013	0,01	0,012
ВП6	0,01	0,01	0,01	0,017	0,011	0,061	0,011
ВИ1	0,127	0,1	0,01	0,02	0,01	0,011	0,01
ВИ2	0,013	0,011	0,01	0,01	0,01	0,01	0,011
ВИ3	0,012	0,011	0,01	0,011	0,011	0,013	0,01
ВИ4	0,011	0,001	0,01	0,04	0,011	0,01	0,026
МДК (III)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05



Сл.9.3 –Графички приказ на движењето на концентрациите на Cu за примероци од површински води, за период 06.2010-12.2010, макс.(лево) и мин.(десно) вредности

Picture 9.3-A picture of the movements of the concentrations of the Cu for a samples from the surface waters, during the period of 06.2010 to 12.2010, the max. values (on the left) and the min. values (on the right).

Таб.9.8 Приказ на Ph вредностите по месеци по мерно место на р. Крива Лаковица (период 06.2010-12.2010)

Table 9.8. A picture of the Ph values per months and per measured area of the river Kriva Lakavica (since 06.2010 to 12.2010)

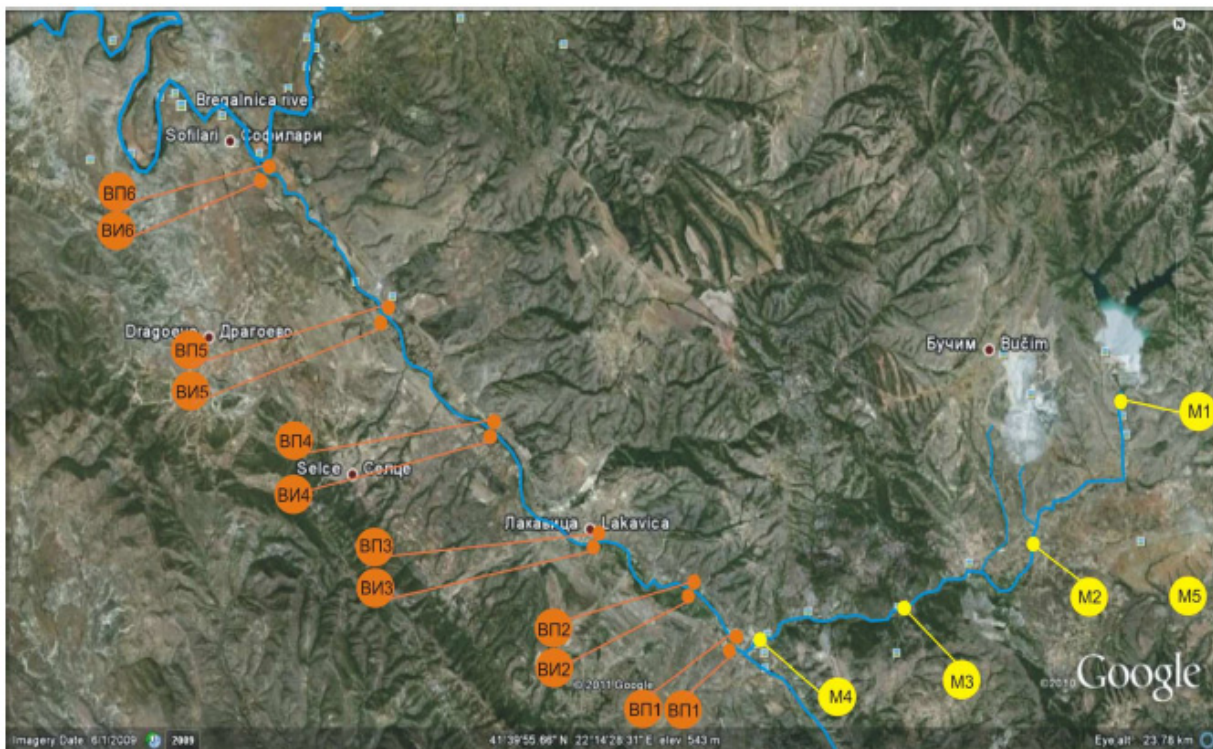
Мерно место / measuring location	pH вредност по месеци / pH value per month						
	6	7	8	9	10	11	12
ВП1	6,5	6,42	8,48	7,7	7,03	7,03	6,95
ВП2	6,59	6,22	8,17	7,1	8,05	7,02	6,97
ВП3	7	7,49	8,26	7,2	8,02	7,04	7,01
ВП4	7,4	7,06	8,51	7,6	8,03	6,99	7,03
ВП5	7,44	7,71	7,81	7,5	7,2	6,98	7,04
ВП6	6,99	7,88	8,05	7,4	6,05	7,01	6,99
ВИ1	6,31	6,37	7,87	6,7	7,1	6,97	7,03
ВИ2	6,1	6,41	8,08	6,9	6,2	6,99	7,99
ВИ3	6,82	6,34	7,72	6,8	7,01	6,97	6,98
ВИ4	7,03	6,38	8,15	7	7,05	7,02	7
МКД (III)	6.0-6.3						

Резултатите од мониторингот покажуваат надминување на дозволените вредности за присуство на бакар и пХ во површинските води (III класа) на мерните места поблиску до локацијата на рудникот. Според дадените графици се забележува тенденција на опаѓање на вредностите во однос на времето што со голема веројатност се должи на имплементацијата на УНДП активностите за собирање и пренасочување на контаминираниите води кон хидројаловиштето.



Сл. 9.4–Графички приказ на движењето на рН вредностите по месеци, за период 06.2010-12.2010, за примероци од површински(лево) и поземни води (десно) на мерни места на р.Крива Лакавица

Picture 9.4- A picture of the movements of the Ph values per months for the period of 06.2010 to 12.2010, for samples from the surface waters (on the left) and from the ground waters (on the right) on measured areas in the river Kriva Lakavica.



Сл. 9.9 Мерни места за земање на примероци од површински води
 Picture 9.9 Measured areas for taking samples from the surface waters

ДПТУ Бучим го следи квалитетот на овие површински води на месечно ниво, веќе 3 години по ред. Анализата на водите ја врши природно-математичкиот факултет во Скопје. Мониторинг вклучува мерење на следните параметри: боја, мирис, t , pH, ХПК, вк.сув остаток, р-рени материи, сусп.материи, Cu^{2+} , Ag^{+} , NH_4^{+} , NO_3^{-} , NO_2^{-} , PO_4^{3-} . Во прилог 7 е дадена карта на мерните места (M1-M5).

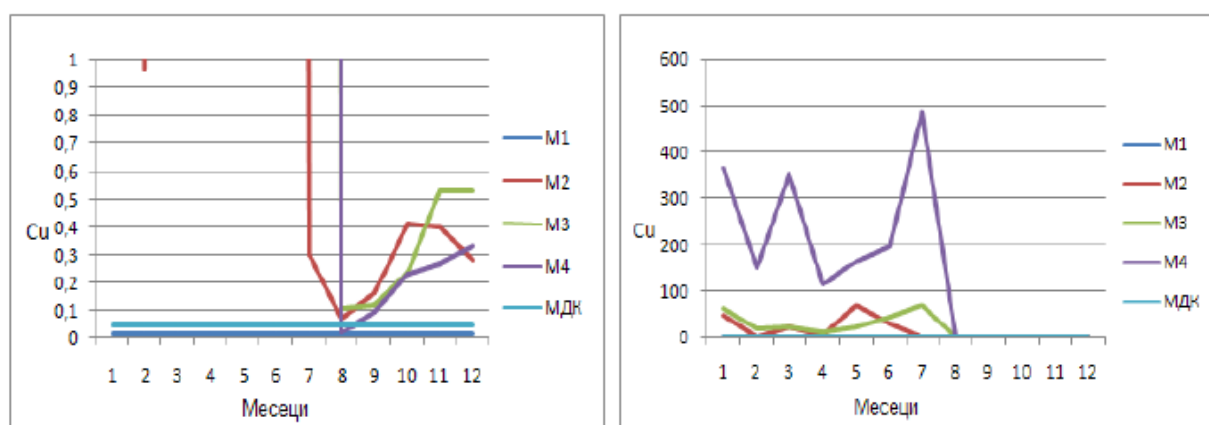
Според резултатите од мерењата направени во 2010 година, значителни отстапувања од МДК вредностите има за “ PO_4^{3-} ”, отстапувања има за вредностите на “pH” и “Растворени и суспендирани материи”.

Во табелата се прикажани измерените вредности на бакар по месеци низ 2010 година земените примероци на 5-те мерни места.

Таб. 9.9 Вредности на Си по месеци низ 2010 год. Од земените примероци од 5-те мерни места

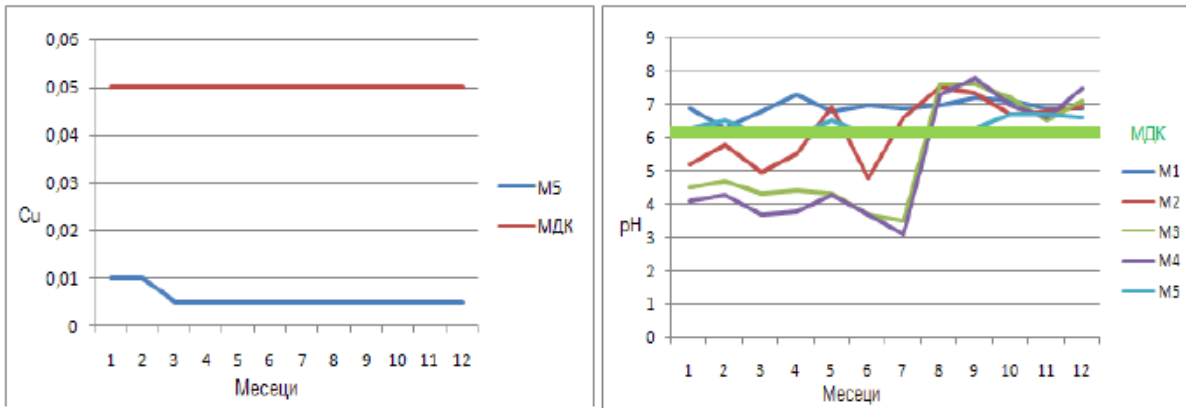
Table 9.9 Values of the Cu per months during the year 2010. From the taken samples of the 5 measured areas.

Месеци / months	Концентрација на бакар (Cu^{2+}) по мерно место (mg/l) / concentration of copper (Cu^{2+}) per measuring location (mg/l)					
	M1	M2	M3	M4	M5	МДК
1	0,01	45,6	61,7	364,5	0,01	0,05
2	0,01	0,96	19,4	147	0,01	0,05
3	<0,01	20,2	22,7	351,6	<0,01	0,05
4	<0,01	3,46	12,6	113,1	<0,01	0,05
5	<0,01	68,6	20,96	163	<0,01	0,05
6	<0,01	30,5	41,5	194,6	<0,01	0,05
7	<0,01	0,3	68	485	<0,01	0,05
8	<0,01	0,07	0,104	0,02	<0,01	0,05
9	<0,01	0,16	0,12	0,09	<0,01	0,05
10	<0,01	0,41	0,24	0,23	<0,01	0,05
11	<0,01	0,4	0,53	0,27	<0,01	0,05
12	<0,01	0,28	0,53	0,33	<0,01	0,05



Сл. 9.10 - Графички приказ на движењето на концентрациите на Си во текот на 2010 год.за мерни места M1-M5,за макс.(лево) и мин.(десно)

Picture 9.10 - A picture of the movement of the concentration of the Cu during the year 2010 for the measured areas M1-M5, (max-left, min-right).



Сл.9.11 - Графички приказ на движењето на концентрациите на Cu во текот на 2010 год.за мерни места M5(лево) и pH вредноста за M1-M5 мерни места(десно)

Picture 9.11 - A picture of the movement of the concentration of the Cu during the year 2010 for the measured areas M5 (on the left) and Ph value of M1-M5 measured areas (on the right).

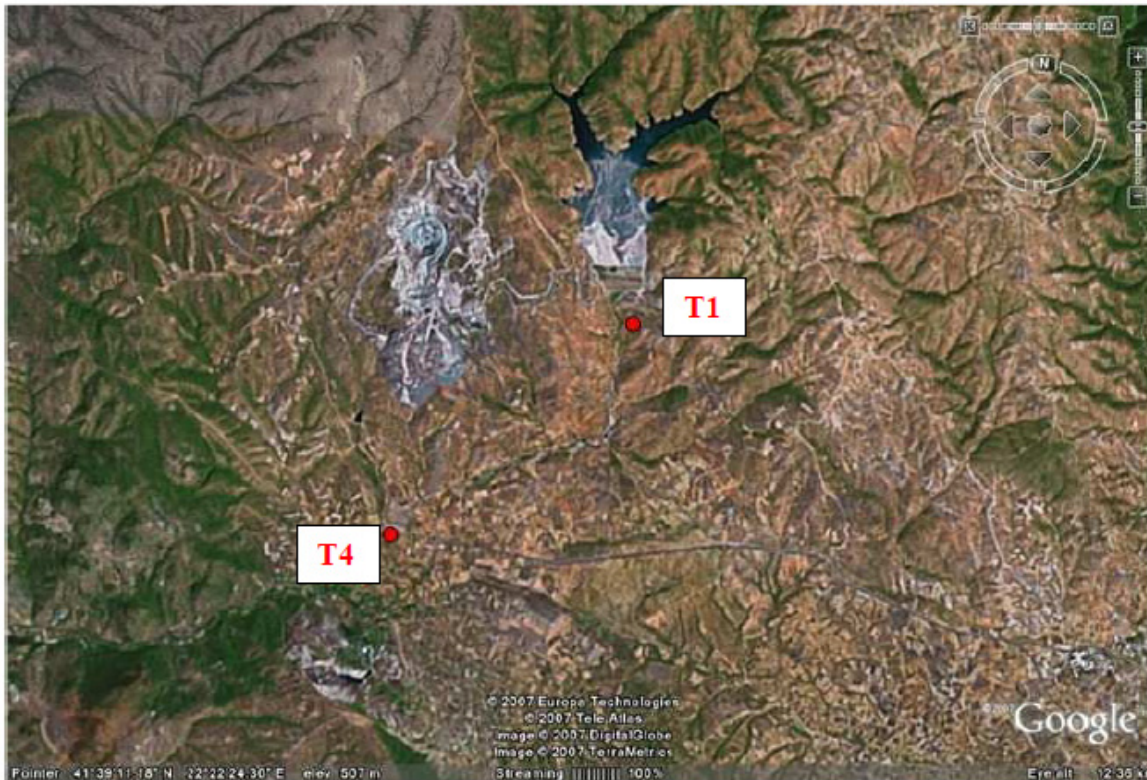
Според резултатите од мерењата, евидентно е значајно намалување на вредностите на мерените параметри, односно влијанието, почнувајќи од јули 2010 година, што е резултат на започнувањето во функција на системот за зафаќање на дренажните води од постоечкото одлагалиште и одведување во хидројаловиштето. Трендот на намалување се потврдува и со резултатите од мерењата за месец Февруари. Намалувањето на влијанието значи и подобрување на квалитетот на површинските води, односно зголемување на апсорптивниот капацитет на водотеците реципиенти.

Од друга страна, податоците за квалитетот на подземните води (редовни мерења на води од пумпна станица за рудникот и мерењата во рамки на проектот на УНДП) укажуваат на незначителното или минимално влијание на контаминираниите дренажни води од основното одлагалиште врз подземните води.

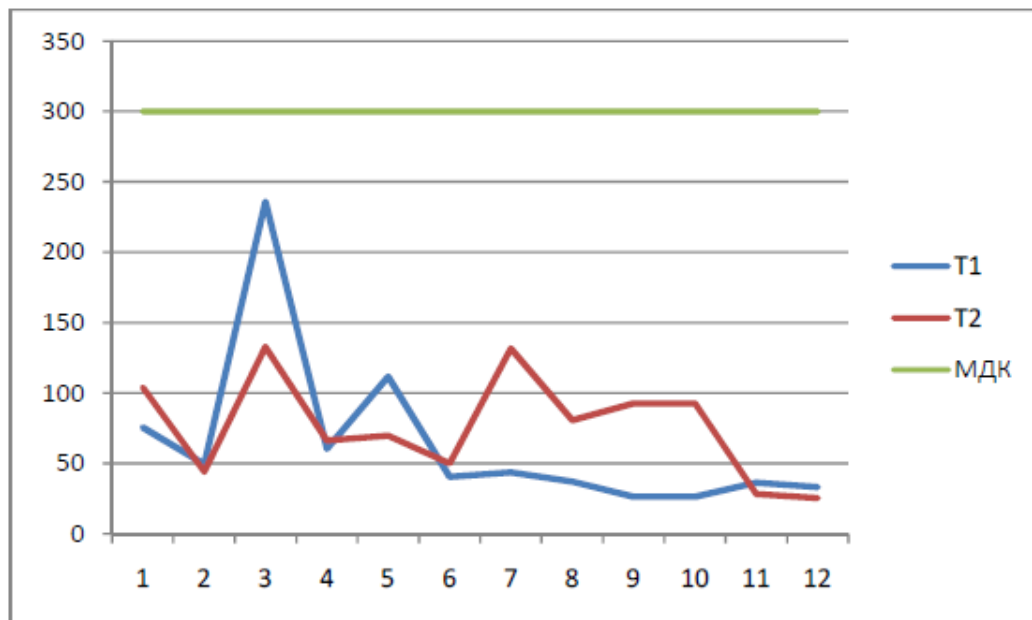
9.5 Мониторинг на амбиенталниот воздух

Експлоатацијата и преработката на минерални сировини се извори на штетни елементи со кои се предизвикува загадување на воздухот. Ова загадување е изразено преку лебдечки фракции на минерална прашина (цврсти честички), разновидни штетни гасови (SO₂, NO₂, CO), испарливи органски материи, метан и други штетни материи, вклучувајќи ги и радионуклеидите. Во рамки на подготовката на барањето за А интегрирана еколошка дозвола за рудникот Бучим, била извршена проценка на емисиите во воздух од работата на рудникот. Според направените пресметки, оценето е дека влијанието на рудничките активности ги надминува дозволените граници и истото е земено во предвид при подготовката на оперативниот план, при што се предвидени соодветни активности за контрола на емисиите во рамки на оперативниот план на постоечката инсталација .

Со имплементација на активностите од УНДП проектот, беше извршено пошумување на одлагалиштето со 45.000 садници. На тој начин, ставен е под контрола еден од најголемите извори на емисија на прашина во рамки на рудникот Бучим. Со цел следење на влијанието на работата на рудникот врз квалитетот на амбиенталниот воздух во околната средина, ДПТУ Бучим врши мониторинг на седиментната прашина. Поставените седиментатори вршат континуирано следење на состојбата со седиментната прашина во средината. Локациите на кои се поставени седиментаторите се внимателно одбрани со цел да го отсликаат влијанието од рудникот врз наблиските рецептори - с.Бучим и с.Тополница. Мониторингот се врши од страна на Природно-математичкиот факултет во Скопје.



Сл.9.12 – Мерни места за седиментна прашина
 Picture 9.12 - Measuring points for sedimental dust



Сл. 9.13 Графички приказ на трендот на движењата на седиментната прашина по месеци, за 2010 год.

Picture 9.13 - A picture of the movement of sedimental dust by months for 2010.

Во рамки на проектот на УНДП, во текот на месец јули 2010 година бил извршен мониторинг на квалитетот на амбиентниот воздух преку мерење на два параметри, вкупно суспендирани честичи и суспендирани честички со големина помала од 10 μm (PM10). Мерењето било извршено на четири локации, од кои една во с.Бучим и три во с.Тополница. Резултатите од мерењата се сумирани во следната табела.

Табела 9.10 Вкупно суспендирани честички и суспендирани честички со големина помала од 10 μm

Table 9.10 A total amount of the suspended particles as well as of the suspended particles whose dimension is smaller than 10 μm .

	ВСЧ		PM10		
	Средна вредност / mean value (average)	Макс. вредност / maximum value	Средна вредност / mean value (average)	Макс. вредност / maximum value	
MM1 с. Бучим / MM1 v. Bucim	21	22,3	/	11,6	50
MM2 с. Тополница / MM2 v. Topolnica	20,9	23	/	12	50
MM3 с. Тополница / MM3 v. Topolnica	19	21	/	11,6	50
MM4 с. Тополница / MM4 v. Topolnica	21,4	22	/	11,7	50

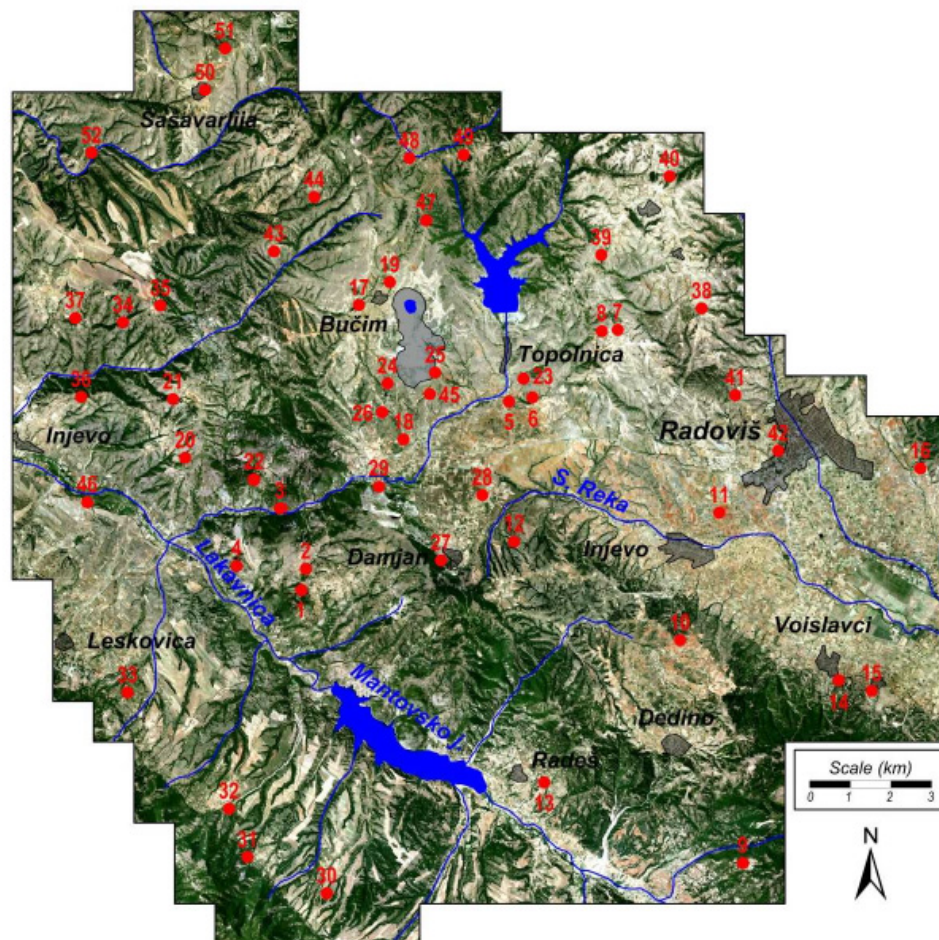
9.5.1 Биомониторинг со примероци на мов

Во рамките на студијата “Геохемиски атлас на Радовиш и неговата околина и дистрибуција на тешки метали во воздухот” (19), извршени се испитувања на загадувањето на воздухот преку примена на мониторинг со користење мов, прав од поткровни греди и почва. Точно одредени видови мов се селектирани како биоиндикатори согласно со стандардите усвоени во европски истражувања на тешки метали, собирани на претходно определени 52 локации.

Примероци на прав од поткровни греди беа собирани од куќите во населените места во испитуваното подрачје. Во секое населено место се собираа по 2–3 примероци од постари куќи (година на изградба максимум 1980), со цел да се утврди долготрајното таложување на тешки метали во

испитуваното подрачје. Вкупно се собрани 64 примероци од 29 локации (населени места).

Во рамките на следењето на загадувањето на воздухот со тешки метали во околината на рудникот и флотацијата „Бучим“ близу Радовиш беа собрани вкупно 52 примероци на мов од видовите *Hyloconium splendens* (Hedw.) и *Pleurozium schebery* (Brid.) од целото испитувано подрачје. Во овие примероци определена е содржината на вкупно 16 елементи: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, и Zn.



Сл.9.14 -Локации на земање на примероци на мов
Picture 9.14-Locations for taking moss samples

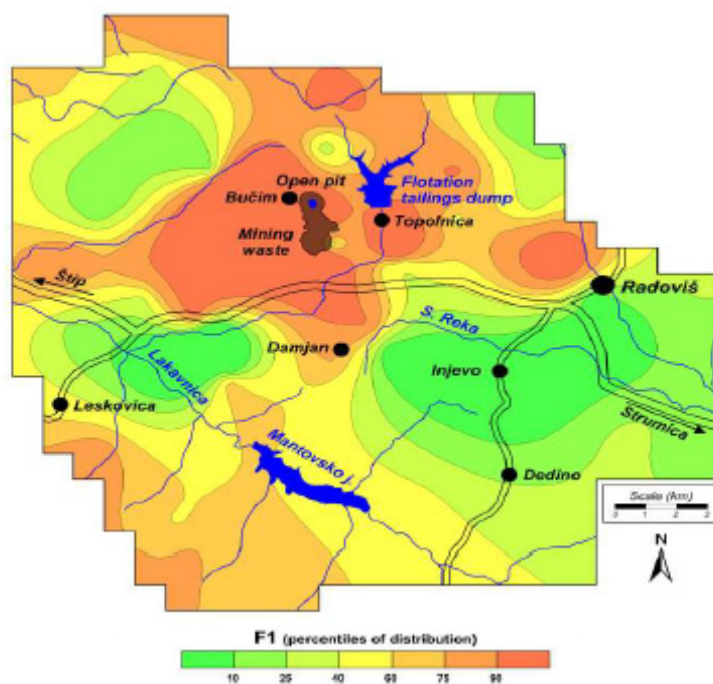
Со факторната анализа на добиените резултати се издвоија три факторни групи: една антропогена (F1) и две геогени (F2 и F3) асоцијации на елементите. Антропогена распределба опфаќа група на елементи кои се внесени во животната средина како резултат на човековите активности, додека геогената распределба ги опфаќа елементите кои ги одразуваат природните

процеси. Нивната содржина постепено се променува во животната средина и зависи од основниот геолошки состав на подрачјето.

Асоцијација од елементите Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Pb и Zn претставува антропогена геохемиска асоцијација на овие елементи. Станува збор за елементи кои со висока содржина се среќаваат во области во кои се вршат руднички активности. Отворениот површински коп и ископувањето на рудните минерали овозможуваат лесно распространување на финиот прах кој се создава. Рудничката и флотационата јаловина депонирана на отворено е под континуирано влијание на ерозивните ефекти на ветровите и влагата, што овозможува дистрибуирање на најфините честички од површината. Финиот прах со висока содржина на овие елементи постојано го носат ветровите, со што се врши дистрибуирање во воздухот и распространување на поголеми растојанија од рудникот. Од просторната распределба на овој фактор јасно се гледа дека високата содржина на овие елементи се јавува во блиската околината на рудникот. Подалечни подрачја не се засегнати од повисоки вредности на нивната содржина, а нивното присуство се должи само на природната застапеност.

Дистрибуцијата на елементите кои ги одразуваат природните процеси вклучува елементи кои ретко или воопшто не се застапени во индустриските процеси. Нивната содржина обично постепено се менува низ пределот и зависи од основниот геолошки состав. Врз основа на резултатите од факторната анализа, дефинирани се две геохемиски асоцијации на елементите. Фактор 2 (Cr, Ni, Sr) претставува геогена асоцијација. Доброто совпаѓање на овие два елементи е поврзано со геологијата на ова подрачје со остатоци на плиоценски песочни неконсолидирани серии и неогени дационандезити, ингрибит и пирокластити. Асоцијацијата од Ba, K и Na е исто така поврзана со геологијата, односно со присуството на глината, која е продукт на распаѓањето пред сè на примарните минерали – фелдспати, како и на минералите од групата на амфиболи.

Просторната распределба на поединечните елементи покажуваат дека само во блиската околина на рудникот има високи вредности на содржината на антропогените елементи во мов.



Сл.9.15 Просторна распределба на асоцијацијата од елементите Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Pb и Zn

Picture 9.15- Spacial distribution of the association of the elements Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Pb and Zn.

9.5.2 Мониторинг со примероци прав од поткровни греди

Во примероците од прав беше одредена содржината на вкупно 18 елементи: Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr и Zn. Ваквиот пристап кон мониторингот беше направен за да се утврди дали населените места, а со тоа директно населението е изложено на распространувањето на финиот прав кој се создава од активностите кои се изведуваат во рудникот. Примената на ваков тип примероци дава информации за влијанието на рудникот врз загадувањето на воздухот за еден подолг временски период (од почетокот на функционирањето на рудникот до денес). Со факторната анализа издвоени се две факторни групи кои претставуваат геогени асоцијации и една факторна група претставува антропогена асоцијација на елементите.

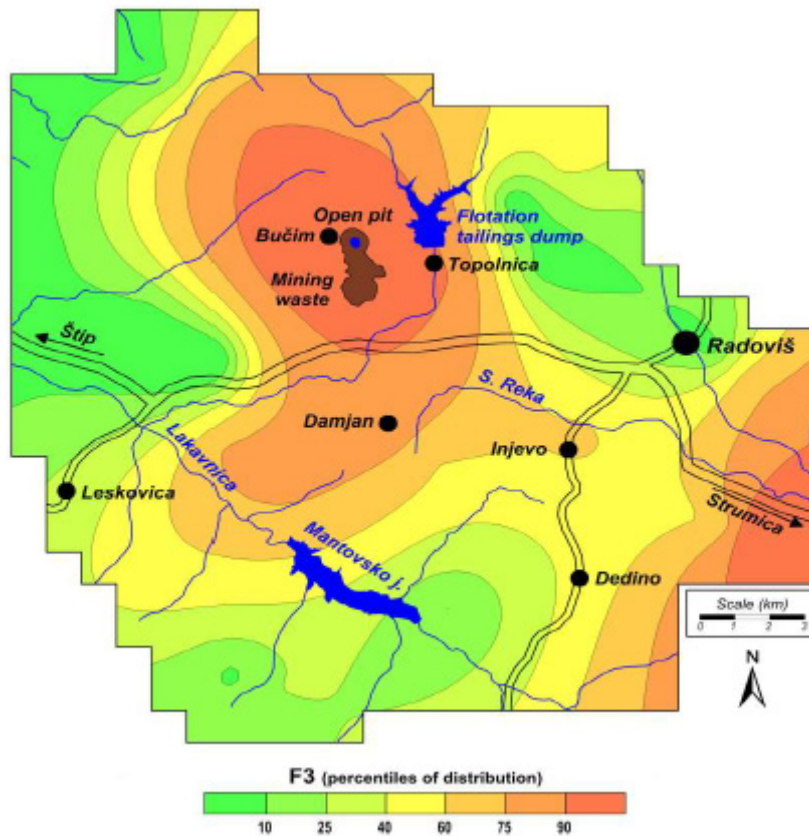
Факторот 1 (Ca, Li, Mg, Mn, Sr) претставува геохемиска асоцијација на елементите, односно тој претставува геоген фактор . Присуството на оваа група елементи е резултат на природните појави како што е носењето на фин прав од површинските слоеви на почвата со ветровите. Овие елементи се

среќаваат како микроелементи во животната средина. Содржината на овие елементи е променлива и најчесто не е поврзана со антропогено влијание врз нивната содржина во околината.

Фактор 2 (Cd, Co, Cr и Ni) асоцира геогени елементи. Оваа факторна група е поврзана со литогенезата. Ниската вредност на варијанцата се должи и на релативната уедначеност на податоците без изразени екстремни вредности. Висока вредност на оптоварување кај овој фактор има елементот Cd (0,51) кој е застапен помеѓу фактор 2 и фактор 3. Највисоки содржини на оваа факторна група се наоѓаат во областа на неогени дацити, андезити и пирокластити.

Фактор 3 (As, Cu и Pb) асоцира геохемиска група на елементи чие појавување е резултат на антропогени активности. Кај оваа факторна група висока вредност на оптоварување има и елементот Cd (0,47), кој исто така се јавува поради присуството на рудникот. Финиот прав од рудничката јаловина и од отворениот коп на рудникот континуирано е носен и распространуван со ветровите и таложен во средината. Ова го потврдуваат и високите вредности за содржината на овие елементи во правот од поткровни греди.

Од спроведениот мониторинг со примероци прав од поткровни греди, како антропогена група на елементи се асоцираа елементите As, Cu, Pb, Cd. Овие елементи во високи содржини се внесени во животната средината со активностите кои се спроведуваат во рудникот. Максималните вредности за содржината на овие елементи беа добиени во примероците прав од поткровни греди од куќите во селата Бучим и Тополница, кои се наоѓаат во непосредна близина на рудникот. Тие примероци беа издвоени од другите примероци од испитуваното подрачје. Просторната распределба потврдува дека дистрибуцијата на овие тешки метали во високи содржини преку правот не засегнува подалечни подрачја од рудникот. Висока содржина на овие елементи е утврдена во примероците прав од поткровните греди во селата Бучим и Тополница.



Сл.9.16 - Просторна распределба на вредностите за асоцијацијата од As, Cu и Pb во примероците на прав од поткровни греди
 Picture 9.16- Spacial distribution of the values of the association of As, Cu and Pb in the samples of dust from the rafter.

9.6 Визуелна споредба на Фаза 1 и Фаза 2

На следните фотографии се прикажани визуелните разлики на Маденска река помеѓу Фаза 1 и Фаза 2, односно се воочува разликата на физичките реакции од контаминацијата на водата, пред и по ставања во функција на проектот за зафаќање на водите од коповското одлагалиште и нивно испомпување во хидроодлагалиштето.

ΦΑΣΑ 1



ΦΑΣΑ 2



ФАЗА 1

ФАЗА 2



Сл.9.17-Визуелна разлика на Маденска река од физичките реакции на контаминацијата помеѓу Фаза1 и Фаза 2

Picture 9.17-Visual difference of the River Madenska from the physical reactions of the contamination between Phase 1 and Phase 2.

10 ОПТИМАЛНИ МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ВОДАТА, ВОЗДУХОТ И ЗЕМЈИШТЕТО ОД МОМЕНТАЛНИТЕ И ДОЛГОРОЧНИ НЕГАТИВНИ ВЛИЈАНИЈА

Како што беше констатирано во предходните искажувања, изградбата на објектите на рудникот за бакар “Бучим” и почетокот на процесите на експлоатација и примарна преработка на бакарната руда, довеле до значителни промени на квалитетот на животната средина во непосредната околина и во еден поширок простор околу рудникот.

Тргувајќи од законските обврски, односно член 6 (Начело на висок степен на заштита) од Законот за заштита на животната средина, како и членовите 9 и 10 (Загадувачот плаќа и Корисникот плаќа), а со цел максимално остварување на техноекономските цели на компанијата која оперира со рудникот Бучим, предвидени се соодветни мерки на заштита.

Во продолжение се елаборирани можните техничкотехнолошки мерки за заштита на *водите* и *воздухот* од негативни влијанија од одвивањето на актуелните и идните производни процеси во рудникот Бучим, како и условите и начините за нивна операционализација.

Посебни мерки за заштита на почвите не се предвидени, со оглед на фактот што директни негативни влијанија не беа констатирани во претходните анализи. Констатираните проблеми (салинација) во прв ред се резултат на влијанието на контаминираните води од аквиферот на р. Тополница, како и емисијата на цврсти честички мобилизирани во атмосферата. Поради тоа, мерките за заштита на водата и воздухот директно ќе го спречат понатамошното загадување на почвите во зоната на нивно влијание. Веќе контаминираните почви, се резултат на претходното работење на рудникот и како такви спаѓаат во историско загадување, што е надлежност на институциите на државата, поради што и мерките за подобрување на квалитетот на веќе контаминираните почви нема да бидат предмет на овој материјал.

10.1 Мерки за заштита на водите

Негативните влијанија врз водите од процесите на експлоатација и примарна преработка на рудата во рудникот Бучим во прв ред се изразени низ промената на квалитетот на водите (пред се површинските, а во ограничен простор и подземните), односно физичкото и хемиското загадување на водотоците. Драстични промени на нивниот природен режим, односно зголемување или намалување на протокот на вода и промена на правецот на струјните патеки не се констатирани, поради што и посебни мерки за оваа прашање нема да бидат елаборирани.

Согласно Законот за води (Јануари, 2005) Член 77 (Општа забрана) секое дејствие со кое што се загадуваат водите или се испуштаат отпадни води или со кое што се овозможува загадување или испуштање на отпадни води е забрането, освен ако тоа не е дозволено под услови утврдени со овој закон. Поради тоа во продолжение ќе бидат елаборирани мерки на заштита на водите, кои во основа може да се класифицираат во две групи и тоа:

- мерки за намалување на количеството на води кои излегуваат од зоната на рудникот,
- мерки за пречистување и контрола на квалитетот на ефлуентните води.

10.1.1 Мерки за намалување на количеството на води кои излегуваат од зоната на рудникот

Како што беше опишано основни рути, по кои се испуштаат води од зоната на производните операции се:

- *Вештачкото езеро* западно од копот во кое се испумпуваат подземните и атмосферските води, кои се слеваат во зоната на копот (10 до 30 l/sec).
- *Јасенов дол*, во кој се слеваат атмосферските води од зоната на депонијата на рудничката јаловина, од фабричкиот круг и мали количества процесни води (0 до 10 l/sec).
- *Река Тополница*, во која директно се влеваат водите од дренажниот систем на флотациското јаловиште, а и сите други води кои потекнуваат од зоната на рударските операции (10 до 30 l/sec).

Со цел да се намали на минимум количеството на води кои се испуштаат од зоната на производните операции, неопходно е да се создадат услови за нивно собирање и враќање во производните процеси во вид на технолошка вода.

За таа цел неопходно е да се направат колекторски системи кои треба да ги соберат водите кои технички можат да бидат концентрирани на едно место, како и системи за испумпување на водата во резервоарите за технолошка вода.

На основа на извршените анализи за балансот и движењето на води во зоната на производните процеси, како количините на технолошка вода кои се користат во производните процеси, идентифицирана е потреба од изградба на следниве системи:

- систем за собирање на водите од зоната на копот и нивно препумпување во резервоарите за технолошка вода,
- систем за собирање на водите од горниот тек на Јасенов дол и нивно пренасочување надвор од зоната на депонијата на рудничка јаловина.
- Системот за собирање на водите од зоната на копот треба во целост да го исклучи испуштањето на контаминираниите води од зоната на копот, вклучувајќи ги тука сите подземни и атмосферски води кои се слеваат во зоната на копот.

Со оглед на фактот што сите подземни и атмосферски води од зоната на копот се акумулираат на најнискиот дел од копот за системот за собирање и препумпување на овие води, се пристапи кон изградба на цевковод од зоната на испумпување до резервоарите на техничка вода.

Системот за собирање на водите од горниот тек на Јасенов дол ја минимизира количината на води кои поминуваат под депонијата на рудничка јаловина, а со тоа и го спречува контаминирањето на овие води со лесно мобилните минерални компоненти кои се содржани во депонијата.

Во основа овој систем вклучува изградба на колектор и каналски систем за собирање и пренасочување на водите надвор од зоната на споменатата депонија. Со тоа се редуцира степенот на загаденост на најголемиот дел од водите (над 90 %) кои што до неодамна, по Јасенов дол се слеваат во р.

Тополница, и кои се главниот извор на контаминација на истата. Оваа мерка во голем обем придонесува за подобрување на вкупниот квалитет на водите во реката, како и на задоволување на законските барања за квалитетот на ефлуентните води од производните процеси на рудникот Бучим.

Со оглед на фактот дека од депонијата за флотациска јаловина излегуваат само дренажните води кои се со релативно добар квалитет, со реализација на овие мерки, практично се реализира целта за целосно елиминирање на ефлуентните води од процесите на рудникот, а оние минимални количества кои можат да се сметаат за ефлуенти од производните процеси, се со квалитет кој ги задоволува законските прописи.

Секако мора да се напомене дека делот од атмосферските води кои директно се слеваат низ депонијата на рудничката јаловина, не се опфатени со овие решенија. Покрај фактот што се работи за минимални количества вода (0 до 5 l/sec) тие и понатаму ќе претставуваат сериозен извор на контаминација на р. Тополница и нејзиниот аквифер. Овие води не потекнуваат од актуелните производни процеси на рудникот и не можат да се сметаат за ефлуенти од истиот.

10.1.2 Мерки за пречистување и контрола на квалитетот на ефлуентните води

Со цел да се обезбеди решавање на проблемот во целост (вклучувајќи ги и дренажните води од депонијата за рудничка јаловина), а на база најсовремените светски искуства, се воведува систем за управување со водите во комбинација со систем за пасивен третман на пречистување.

Системското решение за управување со водите е можно да се реализира на база на природниот дисбаланс на количествата на врнежи и испарување во зоната на рудникот. Ова решение подразбира концентрација на сите води кои неможат да бидат опфатени со претходно споменатите системи за рециркулација и повторно користење на водите, во еден ретензионен простор од каде со нивна рециркулација и распрскување во зоната на рударските операции (пред се врз депонијата на рудничка јаловина) би се овозможило нивно испарување, а со тоа и спречување на нивното истекување во р. Тополница. Со оглед на фактот што испарувањата на годишно ниво значително

ги надминуваат врнежите, ефикасен систем за испарување би овозможил 100% решавање на проблемот со отпадни води.

Ретензиониот простор треба да има минимален капацитет од 50 м³ и треба да се изгради на погодно место пред вливот на Јасенов дол во р. Тополница (локацијата на сегашните лагуни би била едно од најсоодветните локации за изградба на овој ретензионен простор).

Собраните води (со или без третирање) преку систем од пумпи и цевководи би се враќале во зоната на депонијата за рудничка јаловина.

Оптималното решение треба да вклучи систем за третман на собраните води и нивно пречистување со концентracија на металните јони по пат на цементација или со абсорбција во специјална смола. Оваа се релативно мали (постојат дури и мобилни системи од овој тип) системи, едноставни за изградба, употреба и одржување. Со нивната употреба, ќе се овозможи производство на талог со висока содржина на метали (пред се бакар) кој би можел комерцијално да се валоризира, со што делумно (над 50 %) ќе бидат покриени трошоците на системот за управување со водите.

Третираните води кои се распрскуваат на депонијата, делумно ќе испаруваат, а делумно ќе понираат низ депонијата. Во летните месеци (3-5) кога испарувањето е интензивно, количината на вода во системот постепено ќе се намалува, така што системот за рецикулација ќе биде активен само повремено. Во месеците со поголема влажност (7-9 месеци) а помало испарување, поголем дел од водата ќе понира во депонијата, а помал дел ќе се испарува. Водата која понира се движи со многу помала брзина (споредено со водата која се испумпува), така што е возможно да се воспостави баланс на количините и целата вода опфатена со системот да се рециркулира. Истовремено, водата која понира, на својот пат повторно се контаминира со јони на металите содржани во депонираниот материјал, што пак овозможува нивна поефикасна абсорбција или цементација, а со тоа и производство на бакарен талог.

Во екстремно влажните периоди (на големи дождови) можно е да се јави вишок на вода, која мора да се пречисти и испушти во р. Тополница. Во случаи кога на локацијата постои вишок на вода и кога не е можна целосна употреба на истата во производниот систем, неопходна е примена на соодветни мерки за пречистување и контрола на квалитетот на водите.

Постојат повеќе различни технологии за пречистување на водите, кои се движат од индустриски системи за третирање и пречистување на водите до т.н. пасивни системи каде во контролиран простор се користат природните системи за пречистување на водата.

Индустриските постројки за пречистување во рударската индустрија вообичаено се применуваат во случаи на долготрајни и екстремни загадувања и големи количества на контаминирани води. Овие системи овозможуваат максимално висок степен на пречистување, но условуваат релативно високи капитални вложувања за нивна изградба, како и високи оперативни трошоци (за адитиви, енергенси и работна рака).

Со оглед на фактот што во конкретниот случај на рудникот Бучим, количините на вода се релативно мали, а во влажните периоди кога количината на вода се зголемува нивото на контаминација значително опаѓа, се смета дека најсоодветна е примената на системите за т.н. пасивен третман на водите.

Овие системи се така дизајнирани да со остварување на природните хемиски и биолошки реакции во контролирана средина (простор), овозможат пречистување на контаминирани води пред нивното спојување со реципиентите. Овие методи се нарекуваат уште биогеохемиски системи или системи на вештачки мочуришта. Кај овие системи оперативните трошоци, како и трошоците за одржување се сведени на минимум, а во споредба со индустриските постројки за третман на водите се речиси занемарливи.

Во зависност од изведбата и принципот на функционирање, постојат неколку различни системи за пасивен третман на контаминирани води;

- аеробни вештачки мочуришта,
- анаеробни вештачки мочуришта,
- алкални системи,
- безкислородни варовнички (затворени) канали,
- варовничко езеро,
- отворени варовнички канали.

Аеробните мочуришта се вообичаено плитки и со голема површина. Мора да бидат така дизајнирани да се обезбеди исклучиво ламинарен проток на водата. Контаминирани води поминуваат при движењето над слој од органски материји, кои ја забрзуваат оксидацијата и таложењето на металните јони.



Сл.10.1- Аеробно мочуриште

Picture 10.1 –Aerobic swamp

Ваквиот тип на мочуришта е погоден за релативно мали количества вода и низок степен на контаминација на водите.

Анаеробните мочуришта се карактеризираат со повисоко ниво на органски материи и пониско ниво на вода.



Сл.10.2- Анаеробно мочуриште

Picture 10.2 – Anaerobic swamp

Ваквите мочуришта обезбедуваат значително зголемување на алкалноста на вода и можат да се користат и кај екстремно контаминирани води.

Другите системи во основа вклучуваат пропуштање на контаминирани води низ канали или езерца исполнети со варовник.



Сл. 10.3 а) безкислороден-затворен варовнички канал;
 б) отворен варовнички канал; в) варовничко езеро
 Picture 10.3 a) without an oxygene –closed limestone channel;
 b) an open limestone channel; c) a limestone lake.

Варовникот во основа ја намалува рН вредноста на водата, а со тоа се создаваат услови за претворање на металните јони во хидроксида и нивно таложење.

Во конкретниот случај, се додека рударските операции се активни, изградбата на ваков систем за пасивен третман би имала заштитна улога, односно прифаќање и третман на вишокот на води од системот за управвање и рецикулација наводите.

На база на тоа, како и на база на видот на контаминација и количината на води, се смета дека најсоодветно за дадениот случај би била изградба на анаеробно мочуриште со површина од 300 до 500 м² (Passive System for AMD Treatment - Selection Guide, Eger 1994). Мочуриштето би требало да биде лоцирано после ретензиониот простор, а пред вливот на Јасенов дол во р. Тополница.

Мора да се напомене дека предвидените решенија, во прв ред се дизајнирани да функционираат кога рударските операции се активни. Секако при нивниот избор авторите посветија посебно внимание на можностите и начините на нивно функционирање по завршување на рударските операции, односно затворање на рудникот.

Поради фактот што предвидените мерки имаат релативно ниски оперативни трошоци, тие се погодни за долготрајна примена и по затворањето на рудникот. Дополнително, можноста од комерцијална валоризација на талогот добиен со цементација или во смола, овозможува трошоците за нивно функционирање да се покриваат во поголем дел.

Секако, неопходно е овие системи да се надополнат и надградат со цел да прифатат поголеми количини на вода, кои по сопирање на операциите нема да се користат како технолошка вода. Бидејќи се очекува количествата на вода да се зголемат за 5 до 6 пати, неопходно е да се доизградат системи за прифаќање на водите.

Делот од водите кој не е екстремно контаминиран може со минимален третман во отворен варовнички канал да се испушта директно во р. Тополница или да се користи за наводнување на рекултивираниите зони и сл. За таа цел потребна е изградба на отворен варовнички канал со должина од минимум 100 м, низ кој сите води би требало да поминат пред нивното испуштање или повторна употреба.

Останатите количини кој потекнуваат директно од депонијата на рудничка јаловина или од зоната на копот и понатаму би се третирале во системот за управување со води во комбинација со системот за пасивен третман. За таа цел овие системи би требало да се прошират односно да се зголеми површината на анаеробното мочуриште за минимум 2 пати, како и капацитетот на системот за испумпување и распрскување (согласно потребите).

Со оглед на специфичноста на овие операции, препорачливо е да се ангажира надворешна фирма, кој располага со технологии (опрема) за абсорпција или цементација, а која во соработка со инвеститорот би ги раководела системите за управување и пречистување на водите. Најголем дел од трошоците оваа фирма би ги покривала од комерцијалното искористување на добиениот талог, додека остатокот мора да биде подмирен од страна на

инвеститорот. Секако неопходно е инвеститорот да формира фонд на средства, кој би го покривал оној дел од трошоците кој неможе да се покрива со валоризација на талогот по престанувањето на рударските операции, со цел да се обезбеди нормално функционирање на овој систем и по завршетокот на експлоатацијата.

10.2 Мерки за заштита на воздухот

Загадувањето на воздухот е генерално изразено низ неговото загадување со лебдечките фракции на минералната прашина (цврсти честички), а во помала мера и со разни штетни гасови (CO₂, NO₂, CO) и испарливи органски материи (VOC'S).

Основни извори на емисија на овие контаминанти се активностите кои се одвиваат на работилиштата (минирање и товарање), патиштата по кои се движат машините, возилата и другата рударска опрема која е погонувана од мотори со внатрешно согорување, како и процесите на дробење и класификација на рудата во постројките за примарна преработка.

Посебен проблем претставуваат емисиите на цврсти честички кои се резултат на еолската ерозија на сувите плажи и нерекултивираниот дел од браната на хидродлагалиштето, бидејќи се работи за екстремно мобилни честички кои лесно се дисперзираат во широк ареал, што директно ја загрозува населбата Тополница, како и околните површини.

Поради специфичноста на изворите на аероконтаминација, како и широкиот дијапазон на мерки за нејзиното спречување, во продолжние ќе бидат елаборирани само мерките за контрола на емисиите на прашина кои се оптимални за примена во дадените услови, и тоа:

- мерки за контрола на фугитивната прашина во производните процеси, и
- мерки за контрола на прашината која се јавува како резултат на еолската ерозија на флотациското одлагалиште.

10.2.1 Мерки за контрола на прашина во производните процеси

Динамичните процеси на експлоатација и преработка на минералните сировини се карактеристични по тоа што најголемиот дел (50-90%) од вкупната емисија на цврсти честички во воздухот отпаѓа на фугитивната прашина. Под фугитивна прашина, се подразбираат честички кои се суспендираат во воздухот под дејство на воздушните струења или други надворешни влијанија (механички удари, движења и сл.) во релативно неограничен простор. За разлика од цврстите честички кои се емитуваат од оџаците и издувните цевководи на вентилационите системи, фугитивната прашина не е поврзана со специфична локација или генерирана од одредена опрема, туку од процесот во целост. Основни извори на фугитивната прашина се производните процеси и отворени извори, како на пример; операциите (системите) на товаране, транспорт и истоваране на материјалите, неасфалтираните патишта или отворени површини, претоварните места, системите за дробење и класификација, депониите на сурови материјали, готови производи или јаловина.

Во продолжение во кратки црти се елаборирани најсовремените технологии за редукција на фугитивната прашина, а пред се на емисијата на ПМ 10 (помали од 10 μ) честички.

Комплексноста и диверзитетот на оваа проблематика условуваат различни пристапи во нејзиното решавање. Вообичаено, ниту една од постоечките технолошки мерки, не може сама да овозможи задоволително ниво на заштита од прашината, поради што најчесто се применува комплекс од мерки, кои со своето заедничко дејство би дале позитивни резултати. Од тука произлегува и меѓусебната поврзаност на овие технологии, така што нивната интеракција и компатибилност при примената, се основен услов за нивната ефикасност.

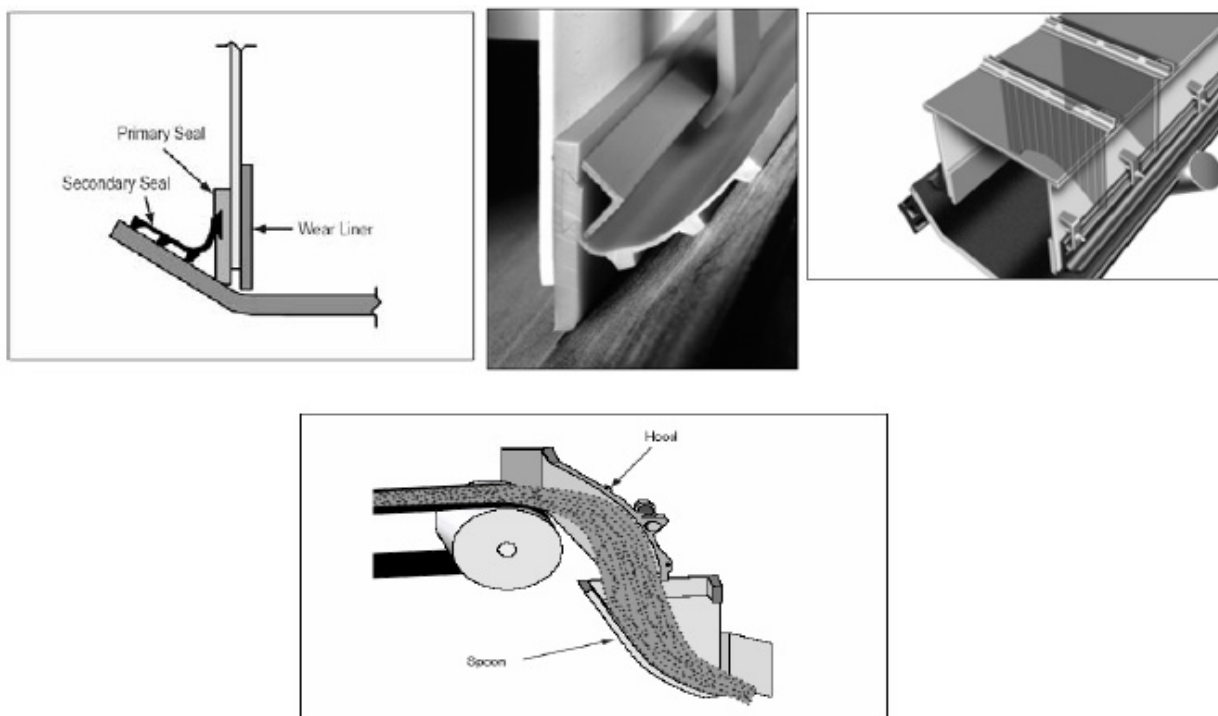
Соодветно на конкретните услови овие технолошки мерки, во основа би можеле да се поделат на следниве групи:

- мерки за редукција на прашина во процесот на уситнување на рудата (дробилки, пресипни места, сита, отворени депонии итн.),
- мерки за супресија на прашина на транспортните патишта во рудникот.

За редуција на прашина во процесите на уситнување и класификација на рудата постојат поголем број мерки кои можат да се применат поединечно или во комбинација:

- системи за каптирање на изворите на прав,
- системи за супресија (со вода, магла или пена),
- системи за механичко зафаќање (всисување) на прашината.

Системите за каптирање на изворите на прав во основа се механички или други уреди кои се поставени на соодветен начин, да го оградат изворот и да го спречат ширењето на прав во околниот простор.



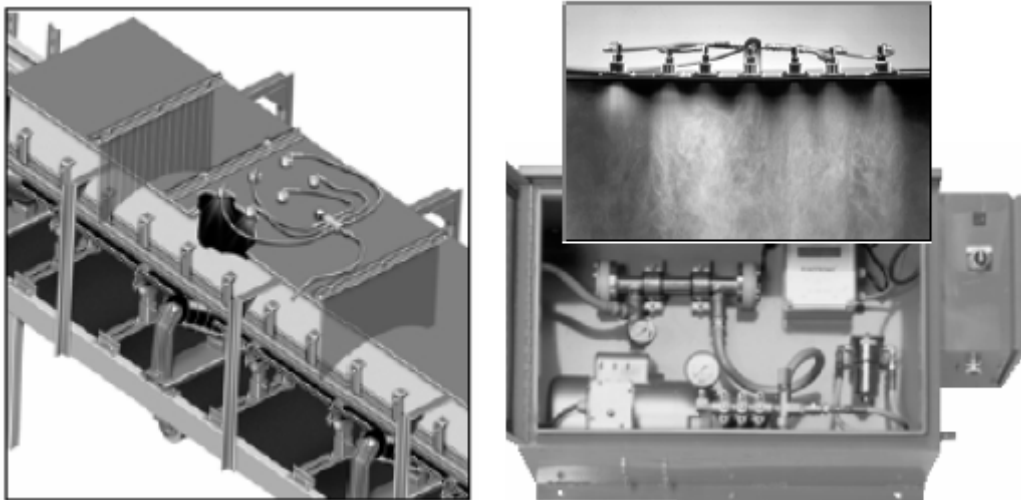
Сл.10.4 - Дел од расположливите системи за каптирање
Picture 10.4 –Part of the available capturing systems.

На пазарот постојат голем број комерцијално расположливи системи за каптирање. Секако мора да се напомене дека нивната ефикасност (како и економичност) во голема мера зависи од нивната правилна инсталација. Вообичаено оваа мерка се превзема во комбинација со која било од другите погоре споменати мерки, и е од суштинско значење за успешноста на програмот за редуција на прашина.

Системите за супресија ја зголемуваат кохезијата помеѓу ситните честички на прашината, а со тоа и нивната маса. На тој начин се овозможува нивно брзо соборување и враќање назад во материјалот од кој потекнуваат.

За таа цел вообичаено се користи вода со или без додавање на адитиви, во форма на млаз, магла или пена.

Постојат голем број на системи кои се користат за оваа намена, почнувајќи од едноставни системи за распрскување до високо автоматизирани системи.



Сл.10.5 - Систем за супресија со магла
Picture 10.5-A system for suppression of a fog

Ефикасноста на овие системи варира во голема мера, така што неправилно инсталиран или неквалитетен систем, не само што нема да биде ефикасен, туку може и недозволиво високо да ги зголеми трошоците за негово одржување.

Системите за механичко зафаќање-всисување функционираат така што ги собираат веќе издвоените честички, го пречистуваат воздухот од нив и повторно ги враќаат собраните честички назад во потокот на материјалот. Овие системи покрај тоа што важат за високо ефикасни, можат посебно во случаи кога се екстензивни, да бидат премногу тешки и скапи за одржување. Лошото одржување драстично ја редуцира нивната ефикасност, а со тоа истите ја губат својата примарна функција и стануваат само потрошувачи. Од тие причини,

како и поради високите капитални трошоци за нивната инсталација, денес се применуваат само во специфични случаи.

Покрај фактот што директното влијание на овие извори пред се е лимитирано во зоните на поголема концентрација на изворите, односно во близина на работилиштата, сепак препорачливо е истите да бидат инсталирани, од повеќе причини;

- зголемена безбедност на производството,
- подобрување на имиџот во јавноста,
- намалување на прекините во производството зголемување на доверливоста на опремата,
- намалување на трошоците за одржување на опремата и векот на експлоатација на истата,
- зголемување на продуктивноста и моралот на вработените,
- намалување на загубите на материјал.

Најсоодветните мерки за контрола на прашина во производните процеси, дефинирани на база на конкретни тестирања (интерна документација на “Бучим” ДООЕЛ), групирани според производните фази (операции), изложени се во продолжение.

За *постројката за примарно дробење*, каде основната цел е да се редуцира на минимум издвојувањето на прашина при депонирање на материјалот на отворениот склад, најоптимлано решение е инсталација на систем за супресија со пена.

Оптимално дизајниран систем за супресија со пена ќе овозможи целосно соборување на прашина, во фазата на дробење, како и нејзино задржување на материјалот во фазата на формирање на складот.

Овој систем е составен од следниве основни елементи;

- миксирна и дозирна единица,
- дистрибутивен и контролен систем,
- сет од млазници поставени на соодветни локации (во самата дробилка).

Во зависност од потребите системот може да биде автоматски или мануелно управуван. Приближните трошоци за инсталација на овој систем би

изнесувале околу 12000 €. Основните параметри на функционирање на овој систем при капацитет на дробење од 1400 t/h се:

- капацитет на вода до 2000 l/h (просечна потрошувачка околу 1000 l/h)
- адитив - 0,6% односно просечна потрошувачка на адитив (6 l/h) или околу 9000 литри/годишно под услов да се третира минимум половината од материјалот (односно минимум 150 работни дена кога условите го бараат тој третман). Сведено на тон преработена руда проценетите трошоци би биле: 0,00495 €/t или 0,3 ден/t. Трошоците за одржување на оваа опрема се занемарливи. Очекуваните придобивки освен заштитата на животна средина и исполнувањето на законските норми во прв ред се гледаат и во заштеда на материјалот, кои поради силните воздушни струења може да бидат многу високи.

За постројката за секундарно и терциерно дробење, каде системот е значително позатворен и каптирањето подобро, од повеќе причини како најсоодветно решение се наметнува системот за супресија со магла. Принципот на дејство на овој систем се базира на соборување на честичките прашина со спреј од магла, со димензии на капките слични на честичките кои се соборуваат. Спрејот кој излегува од млазниците е сличен на природната магла, така што навлажнувањето на материјалот, формирање на кал и лепењето по опремата е сведено на минимум.

Овој систем би требало да ги содржи следниве основни елементи;

- централна контролна единица (филтрационен систем, пумпа, контролни уреди, логичка контролна единица и систем за далечинска контрола),
- дистрибутивен (разводен) систем,
- сет од млазници (едноматеријален систем и полн спреј во вид на конус) поставени на соодветни локации.

Приближните трошоци за инсталација на овој систем би изнесувале околу 30000 €. Оперативните трошоци на овој систем се практично занемарливи (околу 2500 €/годишно).

Континуираната емисија на прашина од *транспортните патишта* е вториот проблем, кој се јавува во фазата на производните активности.

Прашината на патиштата се генерира со механичкото дробење на материјалот на површината на патот, под товарот на тешките возила. Индуцираното движење на воздухот зад возилата ја подига и дисперзира таа прашина во околната атмосфера. Истовремено, тоа практично значи губење на материјалот од површината на патот и негово постепено разградување.

Екстремните количини на прашина во воздухот во прв ред го загрозуваат здравјето и безбедноста на луѓето кои работат во близина, изложувајќи ги на ризик од респираторни заболувања или несреќи кои можат да бидат резултат на намалената видливост. Дисперзијата на прашината во поблискиот или поширокиот простор (зависи од димензиите на честичките на прашината и брзината на движење на воздухот) доведува и до загадување на животната средина.

Класичното решение со прскање на патиштата со чиста вода моментално го спречува подигањето на прашина, но поради брзото испарување на водата (во зависност од условите, водата може да испари за помалку од 1 час), неопходно е постојано прскање, како би се задржала оптималната влажност на патот.

Од друга страна, големите количини на вода и фреквентното повторување на прскањето се еден од основните фактори кои допринесуваат за оштетување на патиштата, затоа што водата го испира ситниот материјал од патот, а со тоа ја намалува компактната подлога. Големите парчиња материјал во ослабнатата подлога, полесно се дробат со што се иницира процесот на уништување на површинскиот дел на патот, односно формирање на канали и дупки. Тоа условува неопходност од чести поправки и голем ангажман на опрема и луѓе.

Дополнително, прашината лесно навлегува во деловите на машините и значително го намалува нивниот работен век, додека големите количини вода ја зголемуваат корозијата на металните делови на опремата. Покрај тоа, водата во комбинација со острите парчиња во подлогата на патот ја зголемува можноста за кинење на гумите, а со тоа и нивна прерана замена.

Овие констатации упатуваат на неопходноста од примена на современи методи за контрола на фугитивната прашина кај патиштата, кои ако правилно се применат освен редукција на прашината, можат да допринесат и за

зголемување на продуктивноста и безбедноста на транспортните операции и заштеда на значајни средства.

Со оглед на изразеноста на овој проблем, на пазарот се присутни голем број компании кои своите прозиводи ги нудат како алтернативно решение. Во основа тоа се различни типови на хемски адитиви, кои во комбинација со вода се аплицираат на површината на патот и обезбедуваат негова стабилизација. Техниките на аплицирање се различни и зависат од типот на адитивите и целта на програмата за контрола на прашината, а се движат од едноставно распрскување на растворите на површините на патиштата, до сложени операции на риперување, грејдирање и компактирање на површините со мултифазно нанесување на адитивите.

Според намената и начинот на дејство, се разликуваат 3 групи адитиви, и тоа:

- адитиви за краткотрајна стабилизација, кои во основа го намалуваат површинскиот напон на водата и со тоа ја зголемуваат брзината на апсорпција на водата и нејзината способност за продирање подлабоко во телото на патот, со што се успорува испарувањето на водата и се намалува потребата од често прскање (се намалуваат оштетувањата на патот). Некои формулации содржат и специјални неиспарливи компоненти кои ги врзуваат ситните честички на телото на патот, дури и со минимална количина на вода, со што се постигнува многу подобра супресија на прашината.
- адитиви за среднорочна стабилизација, кои најчесто се органски смеси (базирани на лигнит, нафтени остатоци и сл.) кои овозможуваат подобро врзување на ситните честички во телото на патот. Обично во овие смеси се додаваат и хумектанти кои ја апсорбираат влагата од воздухот и го држат телото на патот влажно многу подолго време.
- адитиви за долготрајна стабилизација, кои најчесто се органски полимерни смеси, производи на нафта, хлориди (кои поради еколошката неподобност се поретко се користат). Овие адитиви се аплицираат со посебни постапки и формираат еден вид кора (слична на асфалт) со што се овозможува подолготрајна стабилизација на површините на патиштата.

На база на извршените тестирања како најсоодветно решение се наметнува примената на резидуалните адитиви. Тестираниот адитив подразбира еден основен третман годишно, со едноствано распрскување на патиштата со цистерна, проследен со неколку корекциони третмани распоредени во период од 30 до 50 дена.

Ако предпоставиме дека во просек супресијата на патиштата е неопходна околу 200 дена во годината, тогаш програмот би го имал следниов распоред:

- основната апликација предвидува апликација на 50 до 70 % раствор, во количина од 1 l/m^2 (еднаш годишно),
- по инцијалната апликација предвидено е да се вршат корективни прскања на секој 30 до 50 дена, или околу четири пати годишно, 20 % раствор, во количина од 1 l/m^2 .

Вкупните трошоци за примена на овој адитив би изнесувале:

- Иницијална апликација - 10 t
- Корективни апликации $3 \times 3 \text{ t} = 9 \text{ t}$

Вкупна количина 19 t или со просечна цена од околу 2 \$ =38000 \$

Цената на овој третман е сосема споредлива (дури помала) со актуелниот начин на работа (односно прскањето со вода од цистерна), додека ефикасноста е значително поголема, што секако представува повеќекратен бенефит за компанијата.

10.2.2 Мерки за контрола на еолската ерозија на флотациското одлагалиште

Како што претходно е споменато, сувите површини на флотациското одлагалиште се изложени на континуирано и многу јако дејство на еолската ерозија. Резултат на таа ерозија се облаците на фугитивна прашина, која се дисперзира во многу широк простор.

Експонираноста на овој проблем во светски рамки, условила развивање на голем број различни методи за контрола на фугитивната прашина, кои се

движат од едноставни технологии на навлажнување на површините со распрскавачи до високотехнолошки решенија на површинска стабилизација.

Во продолжение опишани се повеќе решенија, со објективни коментари од аспект на нивна можна примена во конкретните услови на флотациското одлагалиште на рудникот Бучим.

Според принципот на дејствување, сите технологии за контрола на фугитивната прашина која се јавува како резултат на еолската ерозија, можеме да ги групираме во три основни групи:

- технологија за редукција на брзината на воздушното струење,
- технологија за изолација на потенцијалните извори на фугитивна прашина, и
- технологија за површинска стабилизација.

Некои технологии вклучуваат повеќе од еден принцип на дејство во против- ерозионата заштита.

Дејството на технологиите за *редукција на брзината на воздушно струење* се базира на смалување на расположивата енергија за подигање на честичките во изложените средини. Земајќи го во предвид тоа дека јаловината се состои од екстремно фини честички, чија мобилност е голема, ефикасноста на овие технологии е ограничена и овие технологии најчесто се земаат како помошни или дополнителни за другите методи.

Против-ерозионите методи, кои своето дејство го базираат на овој принцип вклучуваат:

- поставување на систем на ветерни огради,
- подигање на заштитен вегетационен појас (висока вегетација),
- рекултивација на неактивните површини.

Секако најефикасна и најчесто применувана техника од погоре наброените е ревегетацијата на изложените површини, пред се поради целосното покривање на нестабилните површини, како и значајно поголемата редукција на брзината на струење на воздухот во зоната на издвојување на прашината. Покрај тоа, корените на вегетацијата значајно допринесуваат за стабилност на површинскиот слој, а со тоа се зголемува ефикасноста на оваа метода. Исто така со правилно избирање на крајната форма на објектите

(согласно планираната употреба на тоа земјиште), како и видовите на растенијата се овозможува целосно вклопување на овие активности во завршните активности на рехабилитација и рекултивација на земјиштето девестирано при рударските операции. На тој начин се овозможува намалување или дисперзија на трошоците за рехабилитација, а истовремено се зголемува успешноста на овие операции.

Класичните методи на покривање на депосолите со почвен земјен (материјал) и рачно засадување, вообичаено представуваат скапи и не многу сигурни операции. Поради тоа, како нивна замена во светот, се повеќе се користат техниките за директна ревегетација на биолошко неактивните материјали. Овие техники најчесто не бараат покривање на депосолите и се применуваат со хидро сеење подржано со интензивни агротехнички и инженерски постапки. Новите методи за фиксација на семињата, хранливите материји и влагата, овозможуваат подигање на основниот вегетационен слој и во најлоши услови. Овие техники на директна рекултивација, дават многу побрзи резултати со поголем процент на успешност и можат да се применуваат на големи наклони без потреба од нивно терасирање. Уште повеќе овие техники се вообичаено многу поефтини од класичното сеење, и оперативните цени за нивна реализација се во просек 50-60% од цените за реализација на класичните техники на сеење.

Поради тоа, како и поради брзите визуелни ефекти, оваа метода се повеќе се применува, дури и за време на (среднорочна) против-ерозионата заштита на неактивните делови на одлагалиштето.

Од тие причини се смета дека методот на директното сеење има потенцијал за примена во дадените услови (посебно на завршените - изградени делови на браната на одлагалиштето) поради што за конкретните услови ќе биде подетално елаборирано во продолжение.

Нерекултивираниот дел на флотациската депонија од кота 610 до кота 632 има просечна косина на теренот од 20% до 25% што е на границата за безбедно движење на земјоделската механизација. Во оваа ситуација може да се примени методот на хидроозеленување целосно или комбинирано, односно дел од материјалите да се внесат со земјоделска механизација, а дел со автоцистерна на која има поставено топ за распрскување на потребната течност.

Поради својата специфичност и претходното искуство, покрај тревите на одлагалиштето Тополница потребно е да се засади и висока вегетација, односно дрвја, а за тоа најпогодни видови се *Robina Pseudoacacia* -багрем, *Cupressus Arizonica*- чепрес и *Cercis Silikuastrum* - Јудино Дрво. Дрвјата се засадуваат во контурни бразди, односно браздите ги пратат изохипсите и се повлекуваат (ораат) на растојание од три до четири метри, а растојанието на дрвјата во редот е на еден до два метри. Зависно од растојанието во еден хектар се поставуваат од 4000 до 6000 садници. Засадувањето е во дупки или директно во браздите каде се става *Casting-liv* збогатен со фитохормони, мала доза на вештачко ѓубре, *superslarper* и почва;

- *Casting-liv* е органски супстрат кој е богат со хумидни киселини, голем број на почвени микро организми и сите макро и микро елементи за развој на растенијата. Тој е водозадржлив материјал, а додадените фитохормони имаат функција за побрз развој на кореновиот систем. Малите дози на вештачко ѓубре во ваква ситуација немаат значајна улога, бидејќи лесно се промиваат, но на дното од дупката ако се стави бентонитна глина во слој неколку милиметри тие ќе се задржат во зоната на кореновиот систем и придонесуваат за брз развој на растението.
- *Superslarper* -от впира вода над илјада пати од сопствената тежина и има функција на резервоар за вода која ја користи растението (бидејќи песокот многу малку ја задржува водата).
- Почвата покрај другото има функција да го зацврсти растението.

По засадувањето на растенијата може да се примени хидро озеленување во една фаза или во две фази, зависно од механизацијата со која се располага и условите во кои се изведува. Еднофазно озеленување се врши кога во автоцистерна се става целиот материјал и се нанесува на површината, односно семето *casting-livot*, тилозата, целулозата и биндерот се ставаат во цистерна со вода и со млаз се нанесуваат на површината.

Семето обично е од тревни смеси кои се најпогодни за тие услови и најдобро е да се применат следните видови: *Onobruhis Adams* -еспарзета, *Poa Pratensis* -права ливадарка и *Cynodon Dactilon*-трескот.

- casting-liv има функција на збогатување на површината со микроорганизми и хумус, макро и микро елементи кои ги користат растенијата во исхраната.
- Тилозата е вискозна течност која има својство да ја лепи течноста за површината на семето односно водата се задржува околу семето.
- Целулозата или друг влакнест материјал има функција на полнеж на смесата, стабилизатор и делумно ја малчира површината.
- Биндерот има функција на стабилизатор на површината, односно го зацврстува песокот или со неговото нанесување е оневозможена еолската и водената ерозија. По поникнувањето на семето биндерот уште долго го држи песокот во грутки.
- Водата е главен носител на сите компоненти и го иницира 'ртењето и никнењето на растенијата

Зависно од составот на супстратот и некои други фактори може да се додаде вештачко ѓубриво (неорганско).

Доколку нема услови за еднофазно озеленување, односно цистерната не располага со клипна пумпа за таква намена компонентите се делат на течни и цврсти, односно цврстите се расфрлаат со земјоделска механизација или рачно, а течните со автоцистерна и соодветна млазница.

Поникнувањето на овие тревни видови во пролетните месеци е од десет до четиринаесет дена зависно од температурите.

За успешно развивање на насадот потребно е наводнување со механизација која обезбедува брзо и ефектно наводнување со мали норми на вода, бидејќи песокот слабо ја задржува водата, односно филтрацијата е голема. Покрај наводнувањето потребни се и сите други агротехнички мерки во текот на вегетацијата.

10.2.3 Технологии за изолација на потенцијалните извори на фугитивната прашина

Технологиите за изолација на потенцијалните извори на фугитивната прашина користат некоја форма на физичка бариера која го спречува контактот помеѓу транспортниот медиум (воздушната струја) и потенцијално мобилните

честички (честички на јаловина). Со тоа се спречува суспендирањето на честичките, односно подигањето на прашината.

Постојат повеќе технологии за изолација на површинските извори на фугитивната прашина:

- покривање со земјени материјали,
- покривање со синтетички мембрани (гео-мембрани),
- покривање со асфалт, асфалт-бетон, слаб бетон,
- покривање со пластични фолии.

Споменатите технологии во основа имаат трајно дејство (исклучок се пластичните фолии и гео-мембраните), нивната инсталација е скапа и обично бараат одредено одржување. Земајќи во предвид дека предмет на оваа студија е сеуште активна депонија, а бидејќи само примената на пластичните фолии овозможува непречена понатамошна работа на депонијата, останатите технологии ќе бидат изземени од понатамошна елаборација.

Покривањето со пластични фолии е едноставен начин на изолација на можните извори на прашина, кој многу често се користи, пред се како временска заштита на помали површини. Примената на пластичните фолии на големи површини вклучува специјални техники на монтажа (што ја намалува флексибилноста на оваа метода) и ги зголемува трошоците. Покрај тоа обичните пластични фолии се подложни на вкрутување и распаѓање под дејство на сонцето, додека дебелозидните фолии се многу скапи.

10.2.4 Технологии за површинска стабилизација

Овие технологии вклучуваат примена на одредени техники за промена на својствата на депонираниот материјал во површинскиот слој, со што би се намалила мобилноста на честичките, односно би се зголемила отпорноста на еолската ерозија. Овие техники вклучуваат:

- прскање со вода (чиста или со додаток на хемиски адитиви),
- употреба на биндери за креирање на површинска кора,
- термопластична стабилизација,
- криогена енкапсулација,
- in-situ витрификација,
- површинска фиксација.

Прскањето со вода, а во последно време и употребата на биндер за креирање на површинска кора се методи кои широко се применуваат како против-ерозиона заштита во разни индустриски гранки. Од тие причини овие методи ќе бидат предмет на подетални анализи во продолжение на студијата.

Останатите технологии се алтернативни технологии, кои вклучуваат примена на специјални техники на агломерација, топење или замрзнување на површинскиот слој. Како такви, нивната примена е ограничена на специјални случаи, па нема да биде предмет на понатамошно елаборирање.

10.2.5 Прскање со вода

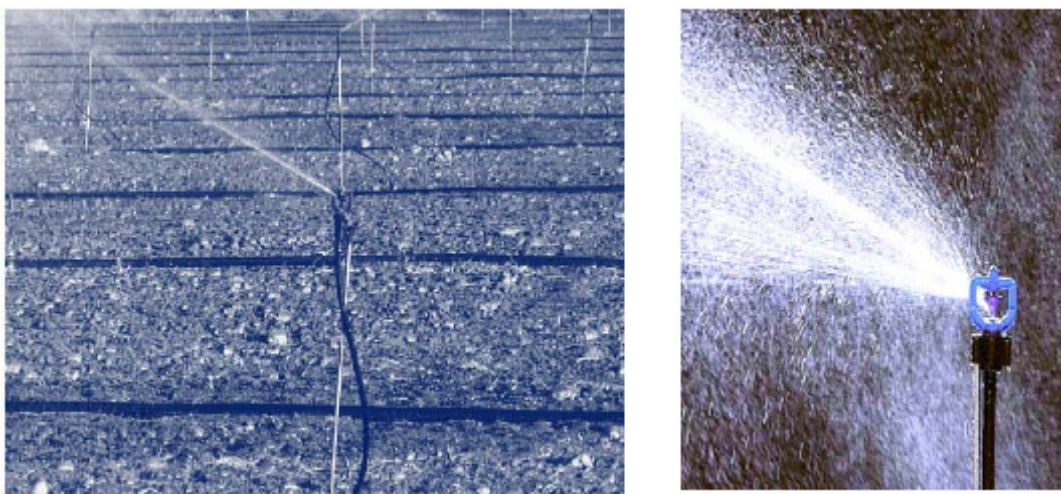
Површинската стабилизација на сувите површини со нивно навлажнување, односно прскање со вода е најстара позната метода, која се движи од едноставно распрскување со градинарско црево до софистицирани системи со автоматска контрола и ултрасонични распрскувачи.

Принципот на дејство е едноставен и ги вклучува феномените на капиларно и површинско навлажнување. Со поимот капиларно навлажнување, се дефинира способноста на водата да пенетрира во порозниот материјал, исполнувајќи го при тоа просторот меѓу честичките и истиснувајќи го воздухот од порите. Површинско навлажнување е способност на водата да се рашири на дадена цврста површина и да ја навлажни истата.

Како резултат на навлажнувањето на површините на честичките, се иницираат двата основни механизми на дејство во овој случај и тоа: зголемување на тежината на потенцијално мобилните честички и нивната меѓусебна агломерација. Зголемената тежина на честичките од една страна, како и нивното спојување и окрупнување (агломерација) од друга страна, значајно ја смалуваат или во целост го спречуваат нивното суспендирање во атмосферата под дејството на ветрот. Употребата на доволни количини вода го спречува суспендирањето на честичките се додека водата не испари, односно додека материјалот не се исуши. Поради тоа е неопходно постојано навлажнување на материјалите, кое се врши со системи за навлажнување (оросување).

Како што споменавме, постојат голем број различни системи за распрскување на водата, статични или мобилни, со различен степен на дисперзија и уситнување на капките, со мануелна, полу-автоматска или автоматска контрола (најновите системи имаат ПЛЦ контролери и нивната работа е целосно контролирана со компјутери).

Логички е поедноставните системи да се поефтини, но односот цена-перформанси кај современо дизајнираните системи е значајно подобар, поради подоброто искористување на водата, поефикасната контрола и манипулација на системот, како и помалите трошоци на одржување.



сл.10.6 - Системи за распрскување на вода со микро-распрскувачи

Picture 10.6-A systems for water fragmentation with micro-sprayers

Најновите технолошки решенија, вклучуваат примена на посебно дизајнирани системи за микронизација на капките. Овие системи овозможуваат максимално искористување на водата и ефикасна супресија, дури и на веќе суспендираната прашина на активните депонии. Во последните неколку години развиени се т.н. топови за магла, кои овозможуваат покривање и контрола на прашината на големи отворени површини, со исфрлање на млаз од многу ситно дисперзирани капки (магла) и до 250 м. Топовите можат да бидат инсталирани на мобилни платформи и контролирани со ПЛЦ контролери, со што нивната ефикасност и флексибилност се доведуваат до максимум. Со посебна опрема овие топови може да работат и на ниски температури.



сл.10.7 - Топови за водена магла
Picture 10.7- A field gun for a water fog

Сепак, иако теоретски едноставно, ефикасноста на навлажнувањето во реални услови зависи од многу фактори и ограничувања, како на пример својствата на материјалите кои се третираат, водата со која се врши третирањето, комплексноста на самите технологии, како и условите на нивна примена. Контролата на овие фактори, посебно во реални услови, е често или неможна или економски неоправдана.

Имено, некои материјали воопшто не се навлажнуваат во контакт со водата, или се многу порозни. Кај овие материјали, а во зависност од климатските услови, водата многу брзо испарува, што условува честа репликација, т.е. повторно прскање.

Друг ограничувачки фактор е подложноста на водата на замрзнување, што ја отежнува нејзината примена при ниски температури. Поради тоа, најчесто работата на системите за распрскување на водата при суво и студено време, што е вообичаено пропратено со силни ветрови, е практично неможна. Уште повеќе одржувањето на овие системи во зимски период е посебно тешко и бара дополнителна опрема, како и постапки за празнење на системите, што ја усложнува нивната работа и ги зголемува трошоците. Со инсталација на опрема за греење на цевките овие проблеми може да се надминат, но тоа значително ги зголемува капиталните и оперативните трошоци и ја доведува во прашање економичноста на овие системи.

Во контекст на негативните особини на овие системи, секако мора да се споменат и проблемите кои произлегуваат од комплексноста на големите системи за распрскување. Поради тоа, овие системи, иако широко распространети, во досегашните искуства, покажале многу варијабилни перформанси, повеќе со просечни и лоши резултати, отколку успешна и ефикасна работа.

Од сето погоре изнесено, сметаме дека во конкретните услови една од можните варијанти е ограничена примена на овие технологии, пред се во зоната на активниот дел на депонијата. Просечната цена за инсталација на систем со два топа, би изнесувала околу 30000€, а оперативните трошоци за покривање на 30000м² би изнесувале околу 5000 евра годишно (работна рака, енергија и одржување).

10.2.6 Употреба на биндери за креирање на површинска кора

Со цел да се овозможи поефикасна и подолготрајна редукција на прашината, која под дејство на ветрот се еманира од сувите плажи и активниот дел на браната на флотациското одлагалиште, се поширока примена во светот наоѓаат биндерите како средства за површинска стабилизација. Биндерите се хемиски адитиви (полимери) кои со апликацијата врз површините формираат површинска кора. Дебелината и цврстината или флексибилноста на кората зависат од типот на адитивот и начинот на примена. Со формирањето на кората се овозможува подолготрајна стабилизација (6 до 12 месеци) на третираните површини, а со тоа и значително намалување на вкупната фугитивна емисија на цврсти честички која во најголем дел се еманира токму од неактивните косини на депонијата. Редовното третирање на површините, според соодветно дефиниран просторен и временски распоред обезбедува ефикасна и економична елиминација на еолската ерозија (фугитивната прашина) од сувите површини на одлагалиштето.

Со оглед на фактот што на пазарот постоји широка палета стандардни и специјални биндери, препорачливо е за третирање да се користат смеси од биндери, прилагодени на конкретните услови и на материјалот кој се третира (голема порозност и нестабилност). Избраната смеса мора да биде така

формулирана да обезбеди висок степен на флексибилност на создадената кора.

Третирањето на косините е релативно едноставно, и се врши со специјални возила-цистерни опремени се распрскувачки уреди, водени топови или топови за магла.

По својата ефикасност и флексибилност овие технологии се наметнуваат како оптимално решение за третман на новоизградените (активните) делови од депонијата, како круната на браната и сувите плажи. Како што споменавме апликацијата на биндерите е релативно едноставна (со било какви распрскувачки уреди), а годишните трошоци за третман на површина од 30000 м² би изнесувале околу 9000 €.

Се смета дека примената на биндерите за кои рудникот има одредени оперативни искуства (биле применувани во 98-99 година) би било пофлексибилно, поефикасно и поефтино решение.

10.3 Мерки за заштита од декомпресирање и затворање на рудникот

Карактеристично за рударската индустрија е што поради динамичноста и интензивноста таа предизвикува големи промени во средината каде се одвиваат рударските операции. Овие промени во најголем број случаи се трајни, и можат да предизвикаат загадувања или други оштетувања на животната средина долго по завршетокот на рударските операции. Од тие причини, неопходно е да се предвидат соодветни мерки за декомисионирање (престанок на работните операции) и затворање на рудникот. Овие мерки треба да овозможат максимално висок степен на рехабилитација на девестираното земјиште и негово враќање во стабилна, продуктивна и самоодржива состојба, земајќи ги во предвид можностите на идно користење на тоа земјиште. Обврските за рехабилитација на зоната на рударските активности е законски регулирана, како во Законот за Минерални сировини (Член 65) така и во Законот за заштита и унапредување на природата (Член 17).

Согласно овие законски акти, плановите за рехабилитација мора да бидат имплементирани во сите проекти за експлоатација на минерални

суровини во фазата на добивање дозволи за експлоатација. Успешноста на овие операции во голема мера зависи од квалитетот на нивното планирање (вклучување во главните проекти за експлоатација) и навремено почнување на активностите, со што би се намалиле (дисперзирале трошоците) и зголемиле шансите за нивна успешна реализација.

Со оглед на фактот што рудникот Бучим е проектиран и отворен во 70-те години на минатиот век, кога прашањата за заштита на животна средина и одржлив развој не биле предмет на подетални планирања, детални планови за рехабилитација на просторот не биле вклучени во проектите. Иако поедини активности во овој правец биле направени и се прават, сепак тие се насочени кон решавање на поедини проблеми, а не се дел од сеопфатна стратегија за соодветно затворање на рудникот по завршетокот на операциите и целосна рехабилитација на просторот.

Од тие причини, се препорачува да се пристапи на изработка на детална студија за декомисионирање и затворање на рудникот, со разработката на една генерална концепција за идната намена и функционирање на просторот зафатен со рударските активности во целина, како и за насочување на операциите на рехабилитација во правец на реализација на ваквата концепција. Оваа студија треба да ги разработи и документира сите аспекти околу идната намена на девастираните подрачја, нивното просторно уредување, како и сите технички (рударски и агрономски) и биолошки мерки неопходни за остварување на планираните цели. Исто така, потребна е детална анализа на економските параметри на операцијата на рекултивирање на просторот на копот, како би се одредило нејзиното влијание врз вкупната економичност на рударската експлоатација на истиот.

Бидејќи рудникот е повторно отворен пред 7 години и во моментот сеуште траат активности во сферата на реорганизација и воведување на нови технологии, препорачливо е со изработката на студијата да се почне по нивното завршување (или барем детално планирање), како би можела да ги вклучи споменатите промени.

Ефикасноста и економичноста на плановите за рехабилитација во голема мера ќе бидат условени од нивната навремена разработка и примена, како и степенот на нивна комплетност. Со цел да се овозможи поефикасна рехабилитација на целиот простор зафатен со рударските операции, потребно

е нивно групирање во неколку групи, кои според своите специфики би формирале засебни целини.

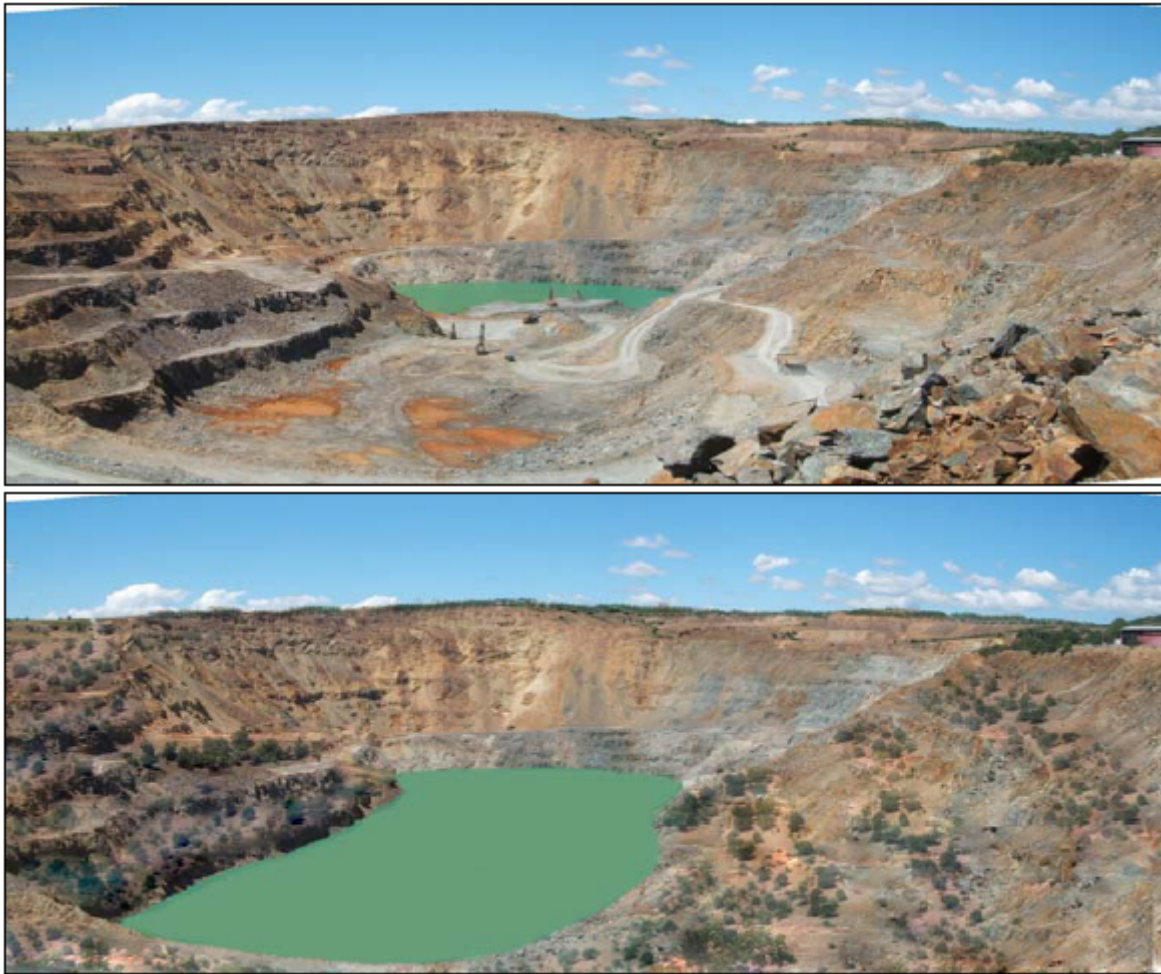
Една таква поделба би ги вклучувала следниве групи:

- празнината на копот и одлагалиштето на рудничка јаловина, заедно со придружните објекти (каналы, системи за одводнување и сл.)
- одлагалиштето на флотациска јаловина со придружните објекти,
- индустрискиот круг со објектите за примарна преработка на руда и сите помошни објекти.

Празнината на копот и депонијата на рудничката јаловина се објекти кои од објективни причини ќе биде најтешко да се вклопат во просторот или да им се даде корисна намена. Тоа се должи на фактот што завршните облици и на двата објекта се одликуваат со мошне стрмни косини, како и висока содржина на експонирани минерални компоненти, кои содржат лесно мобилни јони на метали. Тоа може да резултира со закиселување на дренажните води кои излегуваат од оваа зона, и долготрајна контаминација на реципиентите на тие води. Од овие причини, формирање на езеро во коповската празнина со цел истата да биде нова форма за развој на животинскиот и растителен свет е во основа тешко остварливо, така што едно такво езеро поверојатно би било извор на контаминација отколку, нов хабитат (секако без подетални истражувања овие констатации неможат да се сметаат за дефинитивни).

Поради тоа се предлагаат мерките на рехабилитација за овие објекти да бидат пред се насочени кон ограничување (блокирање) на можните извори на загадување, односно спречување на емисиите на опасни компоненти надвор од зоната на овие објекти (пред се преку водите).

Можната рехабилитација во прв ред би вклучувала, лимитирана ревегетација (бидејќи поради косините целосно покривање со вегетација е невозможно). Можниот изглед на просторот по спроведување на оваа операција е прикажан на следниве форографии.



Сл.10.8 - Состојба и рекултивирана состојба на коповската празнина
Picture 10.8 -A condition and recultivated condition of the digging site slot

Мора да се напомене дека поради стрмните косини овие објекти мора да бидат оградени, како би се спречиле сите движења во нивна близина, а пристапите јасно означени. Поставувањето на информативни табли исто така би било од голема корист.



Сл.10.9 Состојба и рекултивирана состојба на одлагалишето на рудничка јаловина

Picture 10.9 -A condition and recultivated condition of the tailing ore dump.

Дренажните води кои се собираат на дното на копот, а посебно дренажните води од депонијата на рудничка јаловина, најверојатно ќе бидат контаминирани и несмеат да бидат испуштани директно во реципиентите. Со оглед на фактот дека индустрискиот третман за пречистување на овие води би бил долготраен и скап, се препорачува имплементација на систем за управување со водите (преку нивното испарување) во комбинација со одредени мерки за пасивно пречистување на водите пред испуштањето во реципиентите.

За разлика од овие објекти, флотациското одлагалиште би можело да биде рехабилитирано во правец на создавање на нови вредности, во прв ред нови растителни и животински станишта, како на пример водени хабитати и сл. По комплетното завршување на активната работа на оваа депонија, на браната и сувите плажи би требало да се спроведе целосна ревегетација, како и да се изградат и пристапни патишта, за идното уредување и користење на

создадената вегетација. Изглед на просторот по спроведување на овие операции е прикажан на следните фотографии.



Сл.10.10 - Состојба и рекултивирана состојба на предната страна од браната на одлагалиштето на флотациска жаловина

Picture 10.10 -A condition and recultivated condition of the forehead of the tailing dam of the flotation waste in the dumping ground.

За воденото езеро постојат повеќе варијанти, иако тоа има подобар квалитет на водата, на ова ниво на сознанија тешко е да се каже дали е можно создавање на воден хабитат. Од тие причини, најдобро е дефинитивното решение за водената површина на одлагалиштето да биде дефинирано во студијата за декомисионирање и затворање на рудникот.

Индустриските објекти, исто така би морале да бидат вклучени во планот за рехабилитација. Истите би можеле да се исчистат и пренаменат, односно и понатаму да се користат со оглед на постојната инфраструктура (пристапни патишта, енергија, водоводи и сл). Новата намена на овие објекти секако мора да ја земе во предвид нивната првобитна намена. Во краен случај, овие објекти би требало да се исчистат од опремата, репроматеријалите и суровините во нив и да се демонтираат, а на земјиштето на кое се изградени да му се даде нова намена соодветна на генералната концепција за рехабилитација. Начинот

на кој ова ќе се изведе исто така детално би се решил со студијата за декомисионирање и затворање на рудникот.

10.4 Административни мерки

Во современата светска пракса значајно место завземаат административните мерки кои се огледуваат во долгорочна анализа на проблемот, следена од факторот-човек. Овие мерки во суштина се базираат на:

- водење на прецизна документација;
- избор на соодветен кадар;
- нужност за обука на кадрите на самото место;
- документација за итни случаи;

Водењето на прецизна документација за сите можни промени, како и за стабилната состојба ни овозможува комплетна слика за самиот објект. Соодветниот кадар е прашање на кое исто така се посветува големо внимание.

Благовремено доведување на нови кадри и нивно оспособување низ работата во одредени временски период е нужност за благовремено согледување на вистинската состојба.

Документацијата за итни случаи содржи точни упатства за постапките на раководителот во случаи на вонредни промени на објектот и претставува потреба да е застапена кај секој ваков објект.

11 СОБИРАЊЕ НА ПОДАТОЦИТЕ, НИВНА ЕВАЛУАЦИЈА И ПРЕЗЕНТАЦИЈА

Добро испланираниот мониторинг програм ќе ги открие трендовите и промените со цел да се превземат интервентни/корекциони мерки за да се постигнат добри перформанси на животната средина.

Во секоја научна и техничка дисциплина има одредени техники за собирање, анализа и интерпретација на податоците. Интерпретацијата треба да биде интердисциплинарна за да обезбеди урамнотежена проценка. Исто така треба да се води сметка да се обезбеди компатибилно ниво на точност и прецизност помеѓу поврзаните податоци во мониторинг програмата.

Мониторинг информациите се собрани од области и точки. Мапите се важно помошно средство за претставување на податоците и во повеќето случаи мапите и сликите дадени во скала 1:5000 се доволни. Скалата од 1:10000 е адекватна за дренажните планови и генералните (општи) мапи. Прегледот на информациите од мониторингот овозможуваат евалуација на развојот и идентификација на трендовите. Информациите се анализирани преку собирање на податоците од мониторингот во форма на мапи, фотографски слики, табели на податоци и графици.

Мониторинг програмите обезбедуваат серија на податоци во функција од времето кои графички лесно се анализираат. Ова може да биде направено преку квалитативна визуелна проценка на графициите или преку статистичко претставување на промените, детерминирање на класите и правец на промените или бележење на достигнувањето до критично ниво. Има некои релациони промени како што се релативните пропорции во хемиските состојки во водата кои може да се претставуваат како триаголни површини (Piper diagrams). Лонгитудиналните студии базирани на нумерички податоци, фотографски или дескриптивни снимки исто така даваат податоци за развојот и трендовите.

Компјутерските бази на податоци не се единствен склад на податоци. Тие може да присоединат рутини за проверка на трендовите, инциденците и споредбите. Како и да е табличните пресметки (работните табели) се адекватни за повеќето мониторинг програми во стандарден формат (пр. ДОС,

Windows) во основните апликации (Lotus, Excel) може да бидат лесно поврзани. Повеќето од овие производи се употребуваат при претставување на резултатите и при евалуација на перформансите на животната средина.

Сите податоци од мониторингот мора да бидат додадени во извештаите за животната средина. Клучните информационални производи од мониторингот вклучуваат повремени извештаји до владата и јавноста, согласно законските прописи.

12 ЗАКЛУЧОК

Експлоатирањето на минералните наоѓалишта, како една од најстарите човекови активности е неопходност и во современото човеково битисување. Покрај огромните корисности кои му ги донесуваат на општеството, рударските операции предизвикуваат и одредени штетности кои негативно влијаат врз животната средина.

Штетните влијанија врз животната средина и непосредната работна околина од работните операции извршувани во рамките на процесот на површинска експлоатација на бакарна руда во рудникот “Бучим” воглавно можат да се групираат во две главни групи, и тоа:

- деградирање на земјината површина и
- загадување на животната средина.

Деградирањето на земјините површини во непосредната околина на рудникот “Бучим” е извршено и се врши преку следните активности:

- разорување на површините со дупчечко-минерските операции,
- поставување (изградба) на одлагалишта на јаловите карпести маси хидројаловишта,
- изработка на рударски придружни објекти и
- инсталации (патишта, пулповоди, разни градежни објекти и др.).

Иако се работи за почвени површини со послаб квалитет како што беше претходно споменато, сепак со погоре наведените активности се деградирани земјини површини во износ од околу 257.5 ha и во огромна мерка е нарушен првобитниот изглед на релјефот на подрачјето зафатено со рударските активности.

Деградираните земјини површини изнесуваат:

- површински коп 65.2ha
- надворешно одлагалиште на рудничка јаловина: 152.6 ha
- хидројаловиште: 38.7 ha
- патишта, пулповоди, градежни објекти: 1.0 ha

Вкупно: 257.5 ha

Со откопувањето на корисната минерална суровина и јаловината создадена е депресија во форма на неправилен пресечен конус, со врв свртен спрема долу, чиј волумен изнесува 72.656.430 м³.

Со одлагање на јаловите карпести маси формирана е депонија со форма на пресечен конус, со волумен од 44.450.000 м³, и на тој начин е создадена нова пејсажна целина несоодветна за поширокото подрачје.

Изградена е вештачка песочна брана за депонирање на отпадната флотациска јаловина со вкупна површина од 38.7 ha, широчина на круната на браната 150 м, и проектирана височина на круната на браната од подножјето од 250 м, која релативно добро се вклопува во околниот релјеф и го нарушува амбиенталниот изглед на пејсажот.

Деградирањето на површините секако дека ќе продолжи се до целосно експлоатирање на рудните резерви, и тоа ги обврзува, како менаџментот на рудникот “Бучим”, така и пошироката општествена заедница итно да се продолжи со рекултивацијата на деградираните површини. Приоритет во рекултивирањето би имале хидројаловиштето и одлагалиштето за рудничката јаловина, а се разбира со конечната ликвидација и престанок со работа и рекултивирање на површинскиот коп.

Загадувањето на животната средина е манифестирано преку загадување на:

- почвата,
- водата и
- воздухот.

Загадувањето на почвата во околината на рудникот “Бучим” е ограничено на потесното подрачје околу рудникот преку аероседиментација односно таложење на прашината емитирана во текот на рударските операции, како и на почвите во непосредна близина на коритата на водотеците низ кои истекуваат отпадните води на рудникот.

Преку извршените хемиски анализи на примероци од почви по течението на река Тополница утврдени се зголемени концентрации на тешки метали во почвите (Fe, Cu, потоа Al, Ca, Na) и тие концентрации се над максимално дозволените.

Посебни мерки за заштита на почвите од загадување со штетни материји не се предвидени, поради тоа што нивното загадување ќе биде спречено посредно преку мерките кои ќе се превземат за пречистувањето на отпадните води и мерките за заштита од загадувањето на воздухот.

Загадување на водата, иако речиси околу 95% од отпадните води на технолошките процеси преку систем на рецикулација од браната Тополница повторно се враќаат во производните процеси сепак мал дел од контаминираниите води се испушта во околните водотеци вршејќи нивно загадување со штетни материји. Главните рути по кои се испуштаат води од зоната на производните операции се:

- *Вештачкото езеро* западно од копот, лоцирано во негова непосредна близина во кое се испумпуваат подземните и атмосферските води, кои се слеваат во зоната на копот. Преливот од езерцето преку брана, потисен цевковод, се враќа во Хидроодлагалиштето Тополница.
- *Јасенов дол*, во кој се слеваат атмосферските води од зоната на депонијата на рудничката јаловина, од фабричкиот круг и мали количества процесни води. Сите овие води, во своето движење поминуваат низ/под депонијата на рудничката јаловина и преку проектот на УНДП, се враќаат во хидроодлагалиштето Тополница.
- Река Тополница, во која директно се влеваат водите од дренажниот ситем на флотациското јаловиште, а и други води кои потекнуваат од зоната на рударските операции.

Извршени се хемиски анализи на проби од отпадните водикои течат во погоре споменатите водотеци и притоа е утврдено дека според клсификацијата на водите овие води припаѓаат на водите од III класа, односно загадени води, во кои посебно се изразени концентрациите на бакар. Бидејќи станува збор за загадени води се предлагат следните мерки за заштита на водите:

- мерки за намалување на количеството на води кои излегуваат од зоната на рудникот,
- мерки за пречистување и контрола на квалитетот на ефлуентните води.

Првата категорија на мерки пред се подразбираат прифаќање на сите отпадни води од технолошките процеси во колекторски системи и нивно враќање преку испумпување во резервоарите за техничка вода.

Втората категорија на мерки подразбира примена на посебна програма за *Управување со отпадните води во рудникот*, во која на база на испарувањето (односно дизбалансот меѓу врнежите и испарувањето) може да се оствари ефикасна и економична контрола на емисијата на контаминирани води од зоната на рудникот. Оваа програма треба да се комбинира со пасивен третман на отпадните води, каде преку одвивање на природни биолошки и хемиски реакции во контролиран простор се врши пречистување на водите. Карактеристично за пасивниот третман на водите е дека инвестиционите и оперативните трошоци во споредба со активниот третман се многу помали, со што се овозможува долготрајна економична примена на овој систем долго по завршување на рударските операции.

Загадување на воздухот во непосредната и пошироката околина на рудникот “Бучим” е резултат на емитирањето на фугитивна прашина предизвикана од рударските активности. Бидејќи се работи за фугитивна прашина каде е невозможно мерење на прашината извршена е процена на емисијата на фугитивна прашина врз основа на Австралиската методологија (NPI-USAЕРА).

За да се спречи емитирањето на штетни цврсти честички во воздухот се предлагаат следните категории на заштитни мерки:

- мерки за контрола на фугитивната прашина во производните процеси, и
- мерки за контрола на прашината која се јавува како резултат на еолската ерозија на флотациското одлагалиште.

Во првата категорија на мерки се предлагат:

- мерките за редукција на прашината во процесот на уситнување на рудата (дробилки, пресипни места, сита, отворени депони итн.),
- мерките за супресија на прашината на
- транспортните патишта во рудникот.

Во категоријата на мерки за контрола на прашината која се јавува како резултат на еолската ерозија на флотациското одлагалиште се предлага:

- reveгетација на завршениот дел од браната,
- технологиите за површинска стабилизација на прашината (прскање со вода и употреба на биндери за креирање на површинска кора).

Согласно законските акти, потребно е да се пристапи на изработка на детална студија за декомисионирање и затворање на рудникот, со разработката на една генерална концепција за идната намена и функционирање на просторот зафатен со рударските активности во целина, како и за насочување на операциите на рехабилитација во правец на реализација на ваквата концепција.

Со цел да се овозможи поефикасна рехабилитација на целиот простор зафатен со рударските операции, се предлага нивно групирање во неколку групи, кои според своите специфики би формирале засебни целини.

За коповската зона (празнината на копот и одлагалиштето на рудничка јаловина) се предлага мерките на рехабилитација да бидат пред се насочени кон ограничување (блокирање) на можните извори на загадување, односно спречување на емисиите на опасни компоненти надвор од зоната на овие објекти (пред се преку водите).

Флотациското одлагалиште би можело да биде рехабилитирано во правец на создавање на нови вредности, во прв ред нови растителни и животински станишта, шумски заедници, водени хабитати и сл.

Со оглед на фактот што речиси сите мерки се доста комплексни и бараат подетални анализи за избор на оптималните решенија, како и за дефинирање на нивните параметри, направен е општ временски план за реализација и процена на трошоците за оние мерки за кои се смета дека се најсоодветни за примена во конкретните услови.

13 ПРЕГЛЕД НА ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Република Македонија во процесите на стабилизација и асоцијација кон Европската Унија треба да го усогласи своето законодавство со законодавството на ЕУ, вклучувајќи го тука и законодавството поврзано со заштитата на животната средина. Процесот на хармонизација на националното законодавство во областа на животната средина со онаа на Европската Унија е започнат во 2002 година и до овој период генерално е завршен процесот на усогласување и донесување на основната законска регулатива од областа на животната средина. Меѓутоа, за применливост на донесената законска регулатива, неопходно е донесување на сите подзаконски акти кон донесените закони.

Усогласувањето на Македонското законодавство со тоа на Европската Унија е опфатено во поглавјето 27 од Националниот план за усогласување на националното законодавство со тоа на ЕУ.

Закони поврзани со заштитата на животната средина кои Македонија треба да ги усогласи со Директивите на Европската Унија се:

- Закон за животна средина, одговорно Министерство за донесување на законот, МЖСПП
- Законот за квалитет на амбиентниот воздух, МЖСПП
- Закон за управување со отпадот, МЖСПП
- Закон за заштита на природата, МЖСПП
- Закон за хемикалии, Министерство за здравство (МЗ)
- Закон за заштита од бучава во животната средина, МЖСПП
- Закон за води, МЖСПП
- Закон за ГМО во животната средина, МЖСПП
- Закон за изменување и дополнување на Законот за заштита и спасување, Министерство за одбрана (МО)
- Закон за репродуктивен материјал од шумски видови на дрвја, МЗШВ
- Закон за изменување и дополнување на Законот за шумите, МЗШВ
- Закон за изменување и дополнување на Законот за ловство, МЗШВ

- Закон за изменување и дополнување на законот за пожарникарство, МВР
- Закон за пакување и отпад од пакување, МЖСПП
- Закон за шумска и ловна инспекција, МЗШВ
- Закон за изменување и дополнување на законот за минерални сировини, Министерство за економија(МЕ)

Одовде се гледа дека во донесувањето и усогласувањето на законската регулатива од областа на животната средина не е одговорно само Министерството за животна средина и просторно планирање, туку и останати пет други Министерства.

14 КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

Bernard G. Lottermoser (2007) *Mine Wastes, Characterization, Treatment, Environmental impacts, second Edition, Springer*

Борис Крстев, Благој Голомеов (2008), *Инженерство на животна средина*

Универзитет Гоце Делчев, Штип

Борис Крстев, Благој Голомеов (2008), *Флотациски хидројаловишта*
Универзитет Гоце Делчев, Штип

Борис Кепески (1995) Транспорт на површински копови

George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H.David Stensel (2004),
Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Fourth Edition, McGraw-Hill

EMPIRIA-EMS (2010) Draft STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT
REPORT

EMPIRIA-EMS (2011) ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT STUDY –
INSTALLATION FOR LEACHING OF COPPER ORES AND PRODUKTION
OF COPPER CATHODE, DPTU Bucim-Radovis

Zelimir Veinovic, Predrag Kvasnicka (2007) Povrsinska odlagalista otpada

Милто Мулев (1997) *Заштитан на животната средина*

Ministry of Environment (1999), Protocol For The Sampling and Analysis of
Industrial/Municipal Wastewater, Ontario

P.Calow (1998) Handbook of Environmental Risk Assessment and Management

Рударска и техничка документација од Рудникпот за бакар Бучим

Рударско-геолошки факултет Штип (2005) Студија за влијанието врз животната средина од работењето на рудникот Бучим

Serafimovski & Boev (2011), ANTHROPOGENIK EFEKTS ON THE HUMAN ENVIRONMENT IN THE NEOGENE BASINS IN THE SE EUROPE

Слободан Гачеша, Миле Клашња (1994) Технологија на вода и отпадни води

Frank Fischer and Maarten A.Hajer(1999), *Living with nature*

Hiroshi HAYASHI (2009), Overview of Technologies for treatment of mine wastewater, Technical training course "Mine wastewater treatment", part 1, 14-18 december 2009, Sofija, Bulgaria

Quality Assurance Systems Requirements (2009) Chapter 7- Soil and Sediment Sampling Procedure