



УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
КАТЕДРА ЗА МИНЕРАЛНА ТЕХНОЛОГИЈА

дипл. руд. инж. Афродита Зенделска

**ПРОЦЕНКА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДИТЕ, ПОЧВИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ВО
ОКОЛИНАТА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА И НЕГОВОТО
ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА**

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

Штип, 2010

дипл. руд. инж. Афродита Зенделска

**Проценка на квалитетот на водите, почвите и седиментите во околината
на хидројаловиштето на рудникот САСА и неговото влијание врз
животната средина**

Универзитет "Гоце Делчев" – Штип

Комисија за оценка и одбрана:

Ментор: Проф д-р Мирјана Голомеова
вонреден професор, Факултет за природни и технички науки

Член: _____

Член: _____

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател: _____

Член: _____

Член: _____

Научно поле: техничко - технолошки науки

Научна област: минерална технологија и животна средина

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

ПРОЦЕНКА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДИТЕ, ПОЧВИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ВО ОКОЛИНАТА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА И НЕГОВОТО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Краток извадок:

Во овој магистерски труд е извршена проценка на квалитетот на водите, седиментите и почвата според концентрацијата на тешки метали во пошироката околина на рудникот Саса, со што е утврдено и штетното влијание на рудникот и хидројаловиштето врз животната средина.

Проценката на квалитетот на животната средина се заснова на испитувања вршени врз земени мостри од вода, седименти и почва во северо - источниот дел на Република Македонија. Почвата е испитувана во Кочанскиот реон, додека седиментите и водите се испитувани на подрачје од рудникот за олово и цинк Саса, се до вливот на р. Брегалница во р. Вардар.

Добиените резултати покажаа дека водите, почвите и седиментите се значително загадени во подрачјето на Македонска Каменица и нејзината блиска околина, но од Езерото Калиманци, надолу по течението на р. Брегалница, истите се веќе почисти и не претставуваат голем проблем по здравјето на луѓето.

Според извршената споредба на резултатите добиени во ова истражување и резултатите од испитувањата извршени во 2004/2005 година, се гледа дека денес во 2010 година водите, седиментите и почвата се релативно почисти, отколку во 2004/2005 година. Од ова недвосмислено се заклучува дека со воведувањето на поригорозни мерки за заштита на животната средина се постигнува и поголем успех.

Клучни зборови: загадување, тешки метали, води, седименти, почви, хидројаловиште, животна средина.

EVALUATION OF THE QUALITY OF WATER, SOIL AND SEDIMENTS IN THE VICINITY OF THE TAILING DAM OF SASA MINE AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Abstract:

This master thesis is an evaluation of the quality of water, sediments and soil, based on the concentration of heavy metals in the wider surrounding environment of the Sasa mine. It also proves the negative impact of the mine and tailing dam on the environment.

The evaluation of the environmental quality is based on tests performed on water, sediment and soil samples taken from north-eastern part of Macedonia. The soil samples were obtained from the region of Kochani. Water and sediment samples were tested between the Sasa lead and zinc mine, down to the point where river Bregalnica merges with river Vardar.

Results from the tests shows that the water, soil and sediments are significantly contaminated in Makedonska Kamenica and nearby surroundings, however from Lake Kalimanci down along the river Bregalnica they are already cleaner and don't represent a problem for human health.

Following the comparison of results obtained in this study and those from the year 2004/2005, it shows that at present in 2010 the water, sediments and soil are relatively cleaner than in 2004/2005. This unanimously concludes that the introduction of more rigorous measures to protect the environment achieves greater success.

Key words: heavy metals, water, sediments, soil, tailing dam and environment.

СОДРЖИНА

КРАТОК ИЗВАДОК.....	i
ABSTRACT	ii
СОДРЖИНА.....	iii
1. ВОВЕД.....	1
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА	3
3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО.....	5
4. ВЛИЈАНИЕТО НА РУДАРСТВОТО ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	6
4.1 ВЛИЈАНИЕТО НА МИНЕРАЛНАТА ТЕХНОЛОГИЈА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	13
4.2 ВЛИЈАНИЕТО НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ САСА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	22
5. МЕТОДИ И НАЧИНИ НА ЗЕМАЊЕ МОСТРИ	28
6. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	40
7. МОНИТОРИНГ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДИТЕ, ПОЧВИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ВО ОКОЛИНАТА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА ОД 2004/2005 ГОДИНА	48
8. ПРОЦЕНКА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДИТЕ, ПОЧВИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ВО ОКОЛИНАТА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА ОД 2010 ГОДИНА	63
8.1 РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА ВОДИТЕ.....	65
8.2 РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА ПОЧВИТЕ.....	75
8.3 РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА СЕДИМЕНТИТЕ	83
9. МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	88
9.1 МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ВОДИТЕ	88
9.2 МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ВОЗДУХОТ	95
9.3 МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ПОЧВИТЕ.....	95
9.4 МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ВЛИЈАНИЕТО ОД ЈАЛОВИШТАТА	103
9.5 АДМИНИСТРАТИВНИ МЕРКИ.....	105
10. ЗАКЛУЧОК	107
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)	112

1. ВОВЕД

Флотациските јаловишта делуваат на животната средина преку земјиштето, водата и воздухот, а преку нив и на целокупниот растителен и животински свет, па и на човекот.

Еден од посериозните проблеми од еколошки аспект, поврзан со складирањето на флотациската јаловина во јаловиштата е испуштањето на контаминирани води во површинските и подземните текови, при што покомплексен е кај површинските текови.

Како резултат на долготрајното испуштање на контаминирани води доаѓа до таложење на штетни материји по страните на коритото и околу него, со што доаѓа до контаминација и на околното земјиште.

Влијанието на хидројаловиштето врз земјиштето е двојно:

- директно влијание, изразено преку физичкото заземање на земјиштето на кое се формира јаловиштето;
- индиректно влијание, изразено преку загадувањето на околното земјиште со контаминирани води и со дисперзија на јаловинската агресивна прашина како резултат на воздушните струења.

Загадувањето на околното земјиште е значаен проблем, бидејќи со индиректното загадување на земјиштето се деградираат доста големи површини. Заради долготрајното емитирање на тешките метали (со водата и воздухот како транспортни медиуми), нивната концентрација во почвата постојано се зголемува, со што доаѓа до нејзино глобално деградирање на еден поголем регион. Тоа е посебно впечатливо по должината на водените текови каде се испуштаат отпадните води од јаловиштето.

Високата содржина на тешки метали во почвата директно се одразува на квалитетот на истата, при што ги пореметува процесите на формирање на хумусниот материјал. Тешките метали кои взаемно дејствуваат со хумусните материји ги раскинуваат нивните врски со минералниот дел на почвата што доведува до деструкција на структурата на почвата и делумно губење на хумусот, како и до намалување на антиерозивната способност на почвата.

Од загадената почва тешките метали навлегуваат во растенијата и земјоделските култури, предизвикувајќи низа 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 успешно опстануваат и на вакви метализирани подлоги. Оваа резистентност на одредени растенија меѓу кои и некои градинарски култури, може да биде особено опасна, бидејќи истите се користат во исхраната.

Бидејќи заштитата на животната средина во последните години претставува еден од најбитните фактори за човекот и природата што го опкружува, потребен е сериозен мониторинг врз овој екосистем.

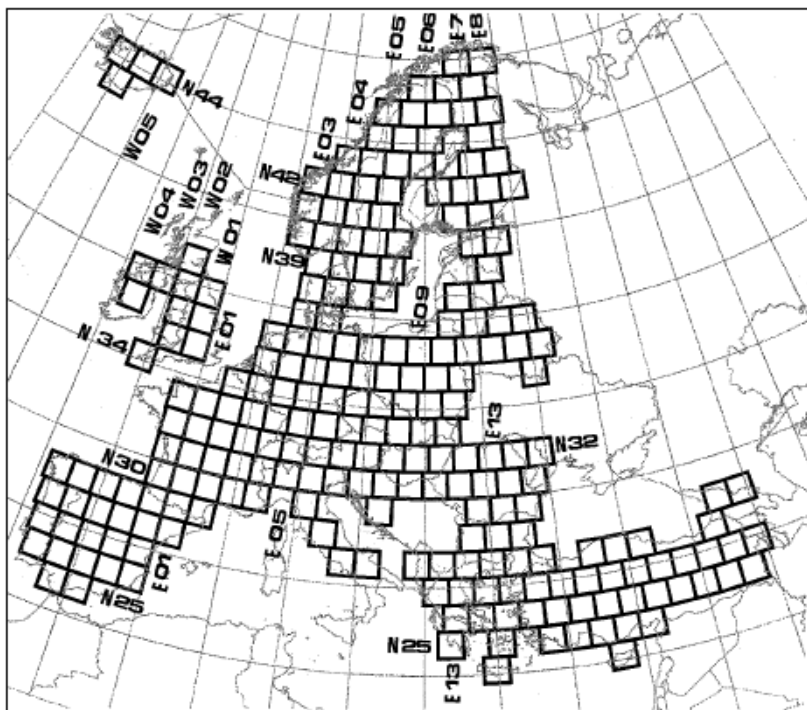
Испитувањата на квалитетот на почвите, водите и седиментите покажуваат колку истите се контаминирани со тешки метали и врз база на овие резултати полесно може да се донесе одлука за методите и начините кои треба да се преземат за подобрување на квалитетот на истите и нивна заштита од понатамошна контаминација.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

Приказ на досегашните истражувања во Р. Македонија и светот за проценката на квалитетот на животната средина:

R. Salminen, T. Tarvainen, A. Demetriades, M. Duris, F.M. Fordyce, V. Gregorauskiene, H. Kahelin, J. Kivisilla, G. Klaver, H. Klein, J. O. Larson, J. Lis, J. Locutura, K. Marsina, H. Mjartanova, C. Mouvet, P. O'Connor, L. Odor, G. Ottonello, T. Paukola, J.A. Plant, C. Reimann, O. Schermann, U. Siewers, A. Steenfelt, J. Van der Sluys, B. de Vivo & L. Williams (1998)

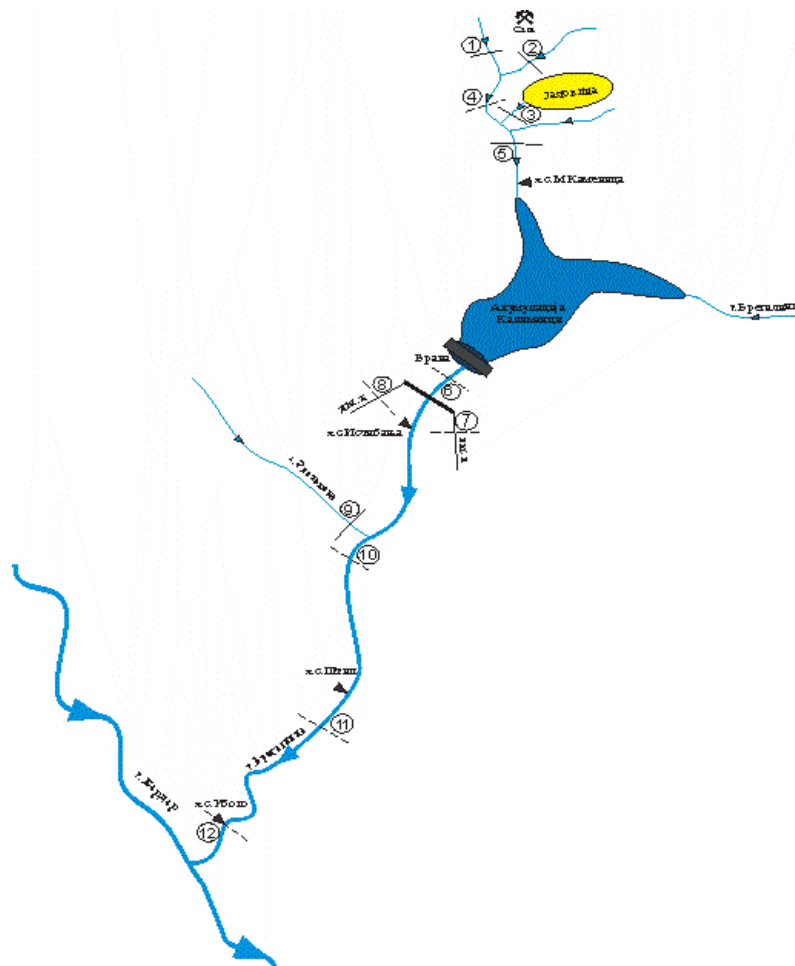
FOREGS (Forum of European Geological Surveys) има покренато програма за обезбедување на геохемиски основни податоци со висок квалитет за животната средина во Европа. Податоците се засноваат на испитувања вршени врз земени мостри од вода, седименти, почва и хумус низ цела Европа. Висок квалитет и конзистентност на податоците се обезбедени со користење на стандардизирани методи за земање мостри и со третирање и анализа на сите мостри во исти лаборатории. Од ова испитување се добиваат сеопфатни инструкции за изборот на локација за земање на мостри, методите и начините на кои се земаат мострите и збир на методи наменети за подготовка на мострите, а исто така вклучена е и анализата на мострите. На слика 1 е прикажана мрежата за земање на мостри на FOREGS земјите.



Слика 1 - Мрежата за земање на мостри на FOREGS земјите
Figure 1 - Cell for taking samples of countries FOREGS

Рударско-геолошки факултет, Штип, Управа за хидрометеоролошки работи, Скопје и Републички завод за здравствена заштита, Скопје, (2006)

Поради хаваријата на хидројаловиштето на Рудникот и флотацијата за олово и цинк “Саса” при која истече околу 160.000 m³ јаловина, која се измеша со водите од Саска Река и се наталожи долж течението на Каменичка Река е извршено испитување чии активности опфатија неколку фази: изработка на техничка документација за трајно решавање на проблемот и воспоставување на мониторинг на состојбите и рекултивација (рехабилитација) на ефектираниот регион. Во ова испитување е извршено земање на проби и нивна анализа од површински и подземни води, седименти, почви, воздух и некои земјоделски производи со цел проценка на загаденоста на животната средина.



Слика 2 - Мерните места за следење на површинските води во сливот на Каменичка Река и река Брегалница
Figure 2 - Measuring stations for monitoring of surface waters in the river Kamenichka and river Bregalnica

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Цел на истражувањето на овој магистерски труд е да се изврши проценка на квалитетот на водите, седиментите и почвата според концентрацијата на тешки метали во пошироката околина на рудникот Саса. Со тоа ќе се утврди и штетното влијание на рудникот и хидројаловиштето врз животната средина.

Проценката на квалитетот на животната средина се заснова на испитувања вршени врз земени мостри од вода, седименти и почва во северо - источниот дел на Република Македонија. Почвата ќе се испитува во Кочанскиот реон, додека седиментите и водите ќе се испитуваат од рудникот за олово и цинк Саса, се до вливот на р. Брегалница во р. Вардар.

Воедно ќе се изврши и споредба со резултатите добиени од испитувањата од 2004/2005 година со што ќе се добијат недвосмислени информации за мобилноста/фиксацијата на елементите кои претставуваат ризик врз здравјето на луѓето.

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

- изработка на топографска карта;
- земање на дваесет мостри од води во областа на рудникот Саса, по течението на реките Каменичка и Брегалница, се до вливот на реката Брегалница во реката Вардар;
- земање на шеснаесет мостри од седименти од истите локации во областа на рудникот Саса, по течението на реките Каменичка и Брегалница, се до вливот на реката Брегалница во реката Вардар;
- земање на сто мостри од почва според мрежата на топографската карта во областа од Јакимовско поле - близу село Истибања, па по течението на реката Брегалница се до село Крупиште;
- подготовка на мострите за анализа и
- анализа на тешки и токсични метали на собраните мостри (Pb, Zn, Cd, As, Ni, Cr, Fe, Mn, Cu) со примена на методите на ICP-AES, ICP-MS.

4. ВЛИЈАНИЕТО 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 - Во Р. Македонија површинските копови се протегаат на најдоброто полјоделско земјиште и тоа на земјиштето со највисока бонитетна класа - чернозем, потоа смолница, алувиум, подзол, гајњача и сл. Заради тоа заземањето на големи површини од тоа земјиште 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 лежиштето 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 поделни земји се прават за обновување на оштетеното земјиште како и значајните резултати кои се постигнати досега во тие настојувања. Постојат правилни 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 за првобитната намена;

- при откопувањето на откривката и нејзиното одлагање по правило се врши пореметување на геолошките слоеви и мешање на различни соединенија, па поради тоа, при одлагањето на откривката 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 полјоделско земјиште. Неговата предност е во тоа, 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 “биогеноценолошкиот 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, бушење 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 1 прикажано е загадувањето на воздухот, водата и почвата како резултат на рударските активности: откопување, транспорт и преработка на минерални суровини

Табела 1 – Рударски активности и начинот на кои тие ги загадуваат воздухот, водата и почвата

Table 1 – Mining activity and polluting air, water and 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 испаната 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 хоризонталните окна 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 води 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 металите може да ги загадат водите, 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 седиментите на водите подолг временски периоди, обезбедувајќи долгорочен извор на загадување на живиот свет.

Дренажето 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.

4.1 ВЛИЈАНИЕТО 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 материи во себе, како што се органските и токсични материи (феноли, цијаниди, амонијак, соли на тешки метали, тешки метали и друго). Процесите на минералната технологија и денеска влијаат на загадувањето на животната средина, иако значително 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 хидројаловишта. Негативна последица е и големата количина на отпадни води со суспендирани материи и можни недозволен 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 јаловишта.

Флотациските јаловишта 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 таложее 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. Тоа 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 2 - Небитни елементи
Table 2 - Non-essential 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 топлиничка 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.

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.

Табела 3 - Битни елементи
Table 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.

<p>Манган Manganese (Mn)</p>	<p>Анемија Anaemia</p>	<p>Присутен е во pyruvate carboxylase. Вклучени во синтеза на масни киселини и глукотеини. Present in pyruvate carboxylase. Involved in synthesis of fatty acids and glycoproteins.</p>	<p>Влијае на вкусот на водата. Токсичен е за животните кога концентрацијата е висока. Affects water taste. Toxic to animals at high concentration.</p>
<p>Молибден Molybdenum (Mo)</p>	<p>/</p>	<p>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.</p>	<p>/</p>
<p>Цинк Zinc (Zn)</p>	<p>Пораст на ретардацијата. Одложена сексуална зрелост. Growth retardation. Delayed sexual maturity.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>

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 4 - Битни за некои организми
Table 4 - Essential 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.	/

4.2 ВЛИЈАНИЕТО НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ САСА ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Преработката на рудата во рудникот за олово и цинк “Саса” се врши со помош на флотациска концентрација. Обработката на рудата се врши во водена средина во посебни циклуси за производство на оловен и цинков концентрат со прилагодување на рН средината и додавање на флотациски реагенси како што се: натриум цијанид (NaCN), калиум амил ксантат (КАХ), калиум етил ксантат (КЕХ), бакар сулфат (CuSO₄), цинк сулфат (ZnSO₄), DOW-250 и вар. Некои од овие хемикалии се особено отровни и може да предизвикаат непредвидени опасни и хазардни состојби врз животната средина.

Корисната материја - концентрати се производи спремни за понатамошна обработка, додека некорисната материја - јаловина се носи, со помош на пулповод, на јаловиштето каде што пред депонирањето со хидроциклонирање се добива:

- песок на хидроциклонот, со кој, со природно одлагање, се изведува низводната брана на јаловиштето и

- мил на хидроциклонот, со кој се пополнува таложното езеро на јаловиштето.

Најсериозен проблем од еколошки аспект, поврзан со складирањето на флотациската јаловина во јаловиштата е испуштањето на контаминирани води во површинските и подземните текови, при што покомплексен е кај површинските текови.

Влијанието врз површинските води е лесно видливо. Имено вишокот на избистрена вода, или на некои јаловишта целокупната избистрена вода се испушта во реципиентите кои најчесто се најблиските водотеци. Во рудник Саса дел од водите од таложното езеро на хидројаловиште бр.3-2 фаза се испуштаат преку преливниот колектор во р.Каменичка, додека дел од водите преку пумпна станица и повратна линија се враќаат во процесот на флотација. Мал дел (филтрациони и процедурни води) се испуштаат во вид на дренажни води. Еден дел од дренажните води се инфилтрира во подземните текови. Покрај сите мерки за контрола и подобрување на квалитетот на водите од

таложното езеро на хидројаловиштето во рудник Саса (избистрување по пат на повеќедневно одлежување, повратна линија за води), во некои периоди можно е испуштање на контаминирани води.

Растворените тешки метали заедно со флотациските реагенси формираат мошне стабилни и каустични раствори, кои споро се деконцентрираат во природни услови. Овие раствори директно влијаат на опстанокот на животинскиот и растителниот свет во водите. Недостатокот на растворениот кислород во водата исто така има негативно влијание, поради тоа што е неопходен за сите форми на живот кои егзистираат во водите.

Долготрајното испуштање на контаминираните води во водите на реките, доведува до тоа да најголем дел од растителните и животинските форми во водите на едно мошне големо подрачје бидат уништени, а нивното место завземено од оние растенија и животни што имаат поголем степен на резистентност. Под дејство на штетните компоненти овие растителни и животински форми трпат низа физиолошко - биохемиски промени, истовремено натрупувајќи големи количини на штетни материи во своите органи. Овие материи, преку организмите кои се дел на глобалниот ланец на исхрана, стигнуваат до други животински форми, па дури и до човекот.

Исто така, како резултат на долготрајно испуштање на контаминирани води доаѓа до таложење на штетни материи по страните на коритото и околу него, со што доаѓа до контаминација и на околното земјиште. Значи, водата претставува транспортер на штетни материи.

Сите погоре изнесени констатации за влијанието на јаловинските депонии врз површинските водотеци се однесуваат на услови на нивна контролирана експлоатација. Во пракса многу често, како резултат на разни објективни и субјективни фактори, настануваат неконтролирани состојби, кои доведуваат до тоа да во краток временски период емисијата на штетни материи во водата се зголеми повеќекратно. Причина за нивна појава најчесто се помали или поголеми откажувања во транспортниот систем на флотациската јаловина, како и дефекти на другите помошни системи на

јаловинската депонија. Посебно е опасно ако дојде до директно излевање на флотациска јаловина во водотеците.

Во случај да дојде до заматување на водата во таложното езеро, преливниот колектор треба да се зачепува се до избистрување на водата.

Дел од водата од јаловиштето понира при што може да бидат загрозувани и подземните води. Меѓутоа, негативното влијание врз подземните води е во значително помала мера. При секое надградување на браната доаѓа до истекување на дел од водата низ почвата, сè до моментот на самохидроизолација (самозатнување).

Квалитетот на преливните и дренажните води подлежат на контролни мерења со кои се опфаќа одредување на нивната физичко-механичка чистота (цврст остаток), хемиско-токсични елементи и рН вредноста. Контролните мерења се вршат секој месец, а просечните гранични резултати се прикажуваат табеларно или графички. Дозволените вредности се однесуваат на законски пропишаните норми за максимално дозволени концентрации (МДК) за водите од водотекот Саска Река, (III категорија на води) и тие изнесуваат:

сув остаток од филтр. вода	1500 mg/l;
рН вредност	6,0-8,5
Pb	0,1 mg/l;
Zn	1,0 mg/l;
Cu	0,1 mg/l;
Cd	0,01 mg/l;

Како резултат на долготрајното испуштање на контаминирани води доаѓа до таложење на штетни материи по страните на коритото и околу него, со што доаѓа до контаминација и на околното земјиште.

Влијанието на хидројаловиштето врз земјиштето е двојно:

- директно влијание, изразено преку физичкото заземање на земјиштето на кое се формира јаловиштето;

- индиректно влијание, изразено преку загадувањето на околното земјиште со контаминираните води и со дисперзија на јаловинската агресивна прашина како резултат на воздушните струења (аероседиментација).

Физичкото заземањето на земјиштето на кое се формира јаловиштето е нужност која произлегува од технолошкиот процес на валоризацијата на минералните сировини. Изборот на локација за хидројаловиште е комплексен проблем, чие решение претставува компромис од голем број различни спротивставени услови (технолошки, геотехнички, економски, еколошки, урбанистички). Со формирањето на јаловишта доаѓа до промена на релјефот, како и до климатски промени на микролокацијата, кои што промени се доста значајни за растителниот и животинскиот свет. По завршување на експлоатацијата, јаловиштата со одредени постапки на рекултивација може пак да заживеат.

Загадувањето на околното земјиште е значаен проблем, бидејќи со индиректното загадување на земјиштето се деградираат доста големи површини. Заради долготрајното емитување на штетните материи (со водата и воздухот како транспортни медиуми), нивната концентрација во почвата постојано се зголемува, со што доаѓа до глобално деградирање во почвата на еден голем регион. Тоа е впечатливо по должината на водените текови каде што се испуштаат отпадните води од јаловиштето.

Високата содржина на тешки метали во почвата директно се одразува на квалитетот на истата, при што ги пореметува процесите на формирање на хумусниот материјал. Тешките метали кои взаемно дејствуваат со хумусните материи ги раскинуваат нивните врски со минералниот дел на почвата што доведува до деструкција на структурата на почвата и делумно губење на хумусот, како и до намалување на антиерозивната способност на почвата.

Од загадената почва тешките метали навлегуваат во растенијата и земјоделските култури, предизвикувајќи низа 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 успешно опстануваат и на вакви металозирани подлоги. Оваа

резистентност на одредени растенија меѓу кои и некои градинарски култури, може да биде особено опасна, бидејќи истите се користат во исхраната.

На реоните околу флотациските јаловишта треба да се вршат контаминациски анализи на почвата. Доколку се утврди дека некои почви се контаминирани би требало да се забрани земјоделско производство на тие почви и да се преземат мерки за рекултивирање и враќање на бонитетот на тие загрозувани почви.

Влијанието на хидројаловиштето врз воздухот е изразено со аерозагадување. Под дејство на воздушните струења, исушените честички од исталожената флотациска јаловина се растураат по околниот простор. Овие влијанија се перманентни и неизбежни без оглед на применетата технологија за создавање на хидројаловиште. Овие влијанија се во директна зависност од климатските фактори, така што, аерозагадувањето е интензивно посебно во летниот период.

Аерозагадувањето се карактеризира со лесна воочливост, па околниот население најмногу и најчесто реагира поради него. Ваквото загадување неповолно се одразува како на растителниот, така и на животинскиот свет, а пред сè на луѓето, кај кои предизвикува цела низа заболувања, пред сè на респираторните органи. Причина за тоа е агресивноста на прашината, што е резултат на специфичниот состав на истата, која содржи тешки метали, силициум и сл.

Влијанието врз воздухот од страна на старите хидројаловишта на рудникот Саса е сведено на минимално ниво, со оглед на тоа што тие се делумно рекултивирани.

Климата во рудната област е изразито планинска и се одликува со долги и снежни зими и куси и свежи лета. Хидројаловиштето е заградено со високи ридови од источната и западната страна. Под дејство на јужните воздушни струења, од големите слободни површини на косините, како и од круната на браната се дигаат големи облаци од прашина, кои зависно од интензитетот на ветерот се шират на мошне големи површини. Ова дејство е со голем интензитет посебно во летниот период кога површината на хидројаловиштето е сува. Притоа, јужните воздушни струења значително ја оштетуваат круната на

браната, така што оштетувањето на годишно ниво може да биде и до 1 метар од круната. Како резултат на ерозијата се јавуваат проблеми во оформувањето на завршната форма на насипот, кои бараат дополнително ангажирање за потребните поправки.

Јаловинската прашина е мошне агресивна, што се должи на нејзиниот специфичен минеролошки состав, а со тоа е мошне опасна по здравјето на луѓето. Покрај тоа, големите количества на прашина, дополнително предизвикуваат цела низа на проблеми кај околното население и тоа од најрзлична природа. Како резултат на аерозагадувањето, преку воздушните струења ситните честички од јаловината се таложат на околниот простор при што доаѓа и до контаминација на земјиштето. Зависно од интензитетот на воздушните струења може да бидат зафатени мошне големи површини.

5. 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.

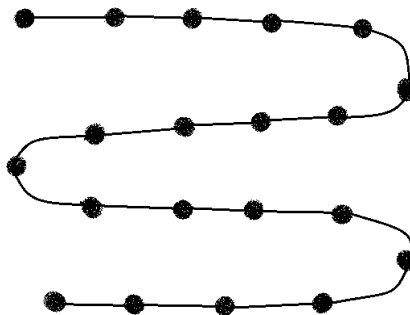
Земањето на мостри е најкарактеристично кај почвите, бидејќи се опфаќа голема површина.

Постојат два метода за земање на мостри од почва:

- Мешано (композитно) 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.

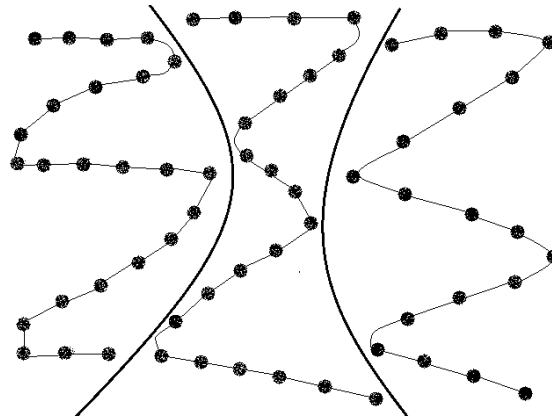
Најчест метод за земање на мостри е земање на случаен примерок без повикување на топографска карта или други карактеристики на теренот. Овој метод е добар за области со еднороден вид на почва.



Слика 3 - Една композитна мостра на почва составена од 20 и повеќе под-мостри

Figure 3 - One composite soil sample, made up 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.

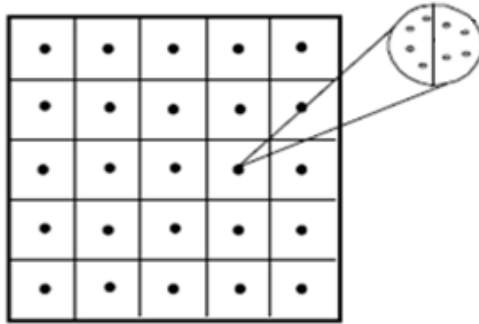


Слика 4 - Три композитни мостри на почва, секоја составена од 20 и повеќе под-мостри
Figure 4 - Three composite soil samples, each made up of 20 or more sub-samples

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 подолу на сликите 5, 6, 7, 8 и 9.

На слика 5 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 5 – Систематска шема - земање на мостри во вид на квадрат
Figure 5 - Systematic Grid -Square Sampling Pattern

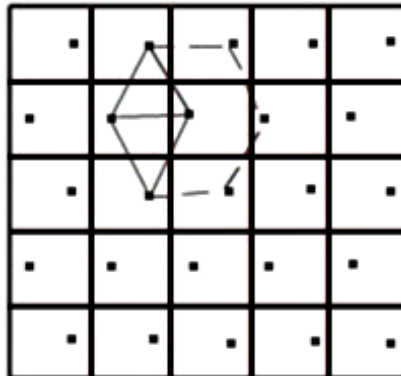
За да бидат мострите порепрезентативни, потребно е во мрежата точките за мостри да бидат организирани во систематска шема во вид на дијамант (Сл. 6) или систематски неврзан мрежен модел (Сл. 7). Моделот на мрежа за земање мостри во вид на дијамант се постигнува со поместување на точките на лево или десно од центарот на ќелијата во наизменични редови, нормално на мерените мостри (врз основа на броење 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:

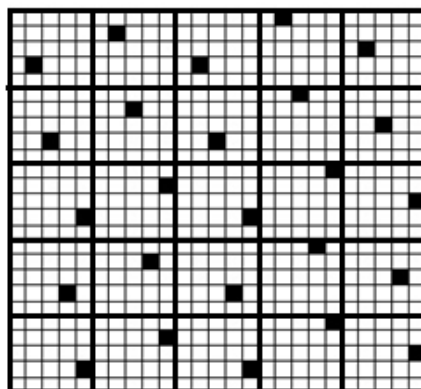
- Се раздвојува областа на ќелии со помош на крупна мрежа. Површината на ќелиите се мери, но не е задолжително.
- Потоа се наметнува потреба од поситна мрежа (референтна мрежа) во секоја крупна ќелија. На пример, ако има 5 редови и 5 колони во крупната мрежа, може да се избере секоја крупна ќелија да 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.

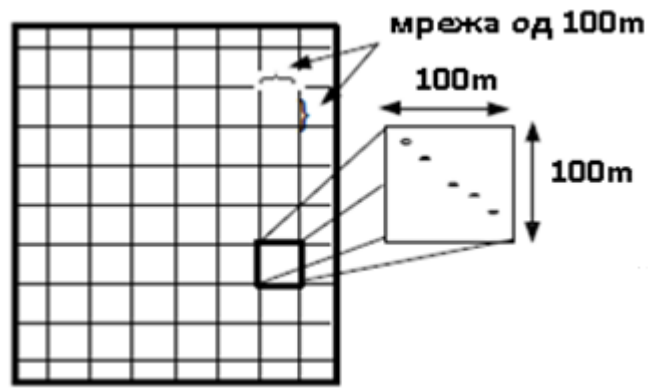


Слика 6 - Систематска шема - земање на мостри во вид на дијамант
Figure 6 - Systematic Grid - Diamond Sampling Pattern



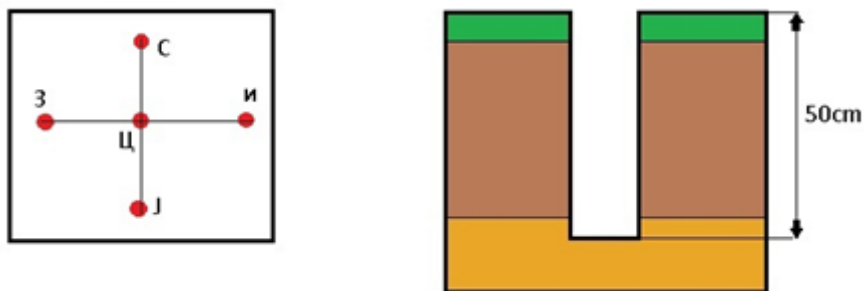
Слика 7 - Систематски неврзан мрежен модел
Figure 7 - Systematic Unaligned Grid

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.



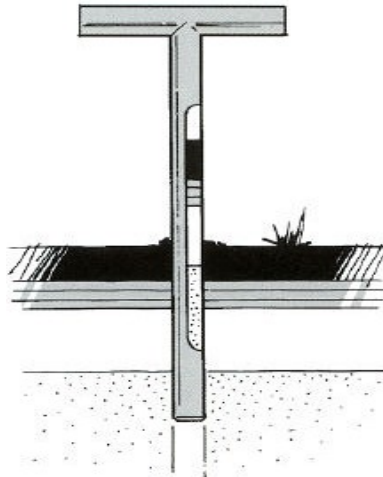
Слика 8 - Шема на ќелии за земање на мостри
Figure 8 - Grid Cell Sampling

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. 9). Од овој модел на земање мостри произлегуваат добри репрезентативни резултати. Оваа постапка треба подеднакво да се примени и спроведе на целата област.



Слика 9 - Модел со мешање на пет точки
Figure 9 - Models with mixing 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. 10, 11). 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 10 и 11. 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.



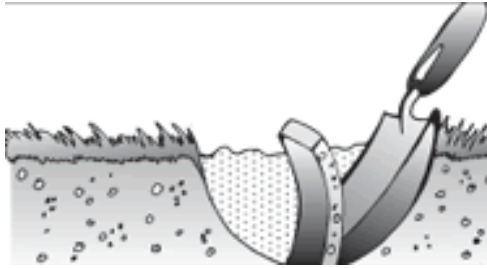
Слика 10 - Земање на мостра со сонда
Figure 10 - Taking a sample with a probe



Слика 11 - Земање на мостра со сонда
Figure 11 - Taking a sample with a probe



Слика 12 - Земање на мостра со лопатка
Figure 12 - Taking a sample with a shovel



Слика 13 - Земање на мостра со лопатка
Figure 13 - Taking a sample with a shovel

Друг начин е земање на моистри со помош на лопатка (Сл. 12, 13). 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 моистри 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 моистри од седименти од непротечни води се врши на два начина и тоа: со помош на штипалка - се зема мала мостра со репрезентативни својства (Сл. 14), и со помош на сонда - јадрото од сондата мора да ги опфати сите важни слоеви (Сл. 15).

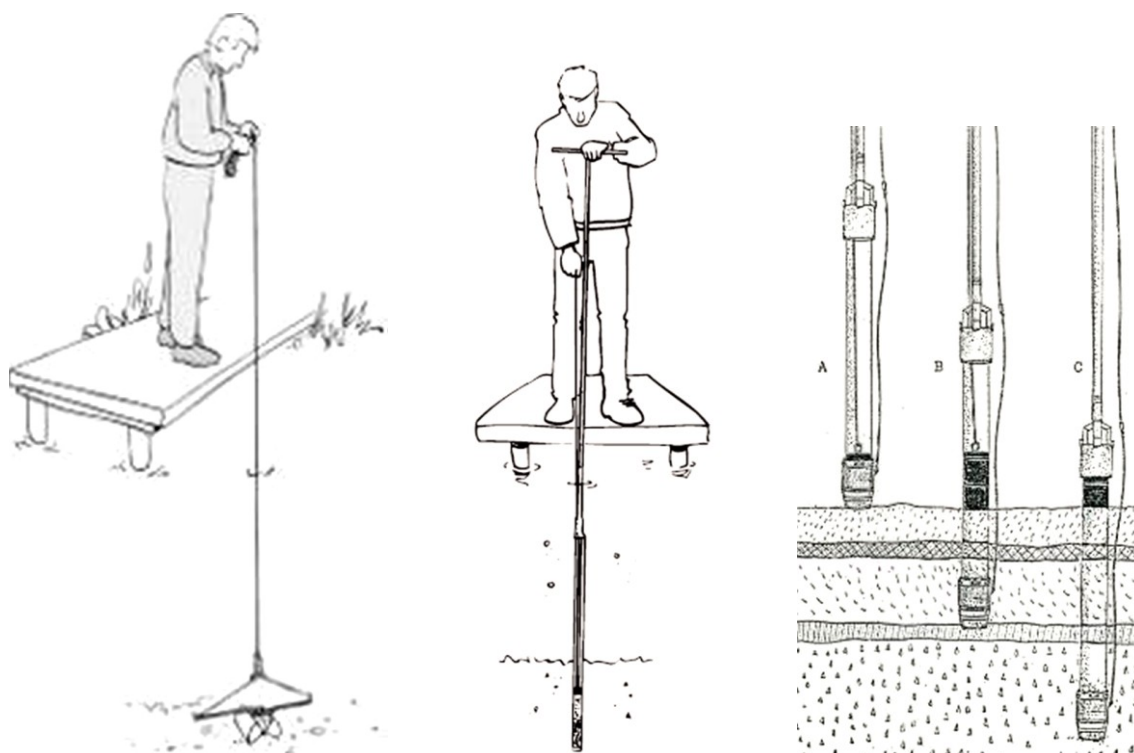
Земањето на моистри од седименти од протечни води се врши со штипалка. Мострата се зема на специфична длабочина низ реката и потребно е да се земат повеќе моистри од кои ќе се добие просечен резултат.



Слика 14 - Земање на мостри со штипалка
Figure 14 - Taking a sample with a grab



Слика 15 - Земање на мостри со сонда
Figure 15 - Taking a sample with a probe

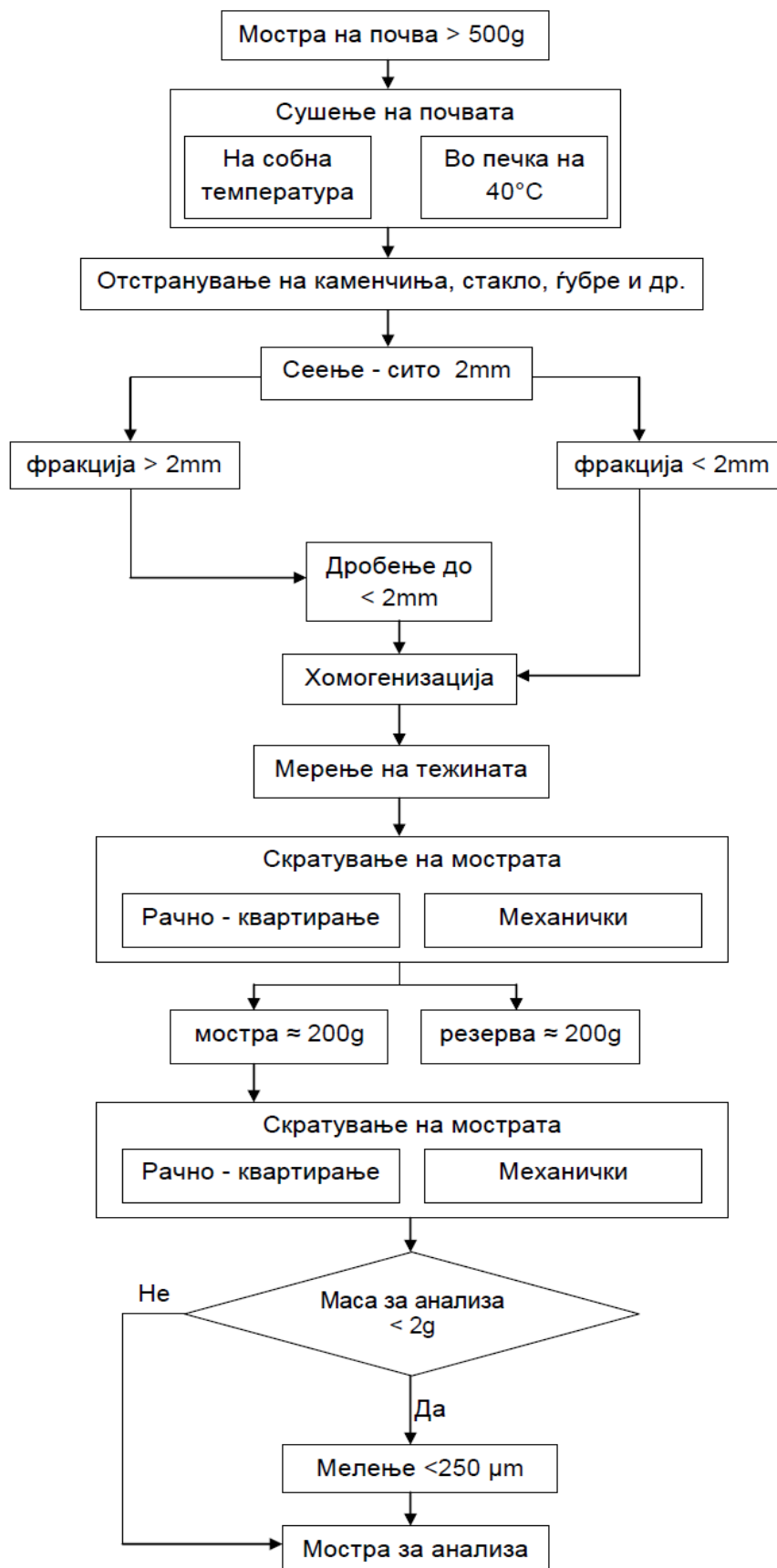


Слика 16 - Земање на мостри од седименти со штипка и сонда
 Figure 16 - Taking a sediments samples with a grab and probe

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, губре) 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 17.



Слика 17 - Шематски приказ на постапка на обработка на мостри
 Figure 17 - Schematic representation of procedure for processing of samples

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.

- Вacon 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 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. Етикетање 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 иодметриска титрација. Фосфорот се одредува со спектрометрија и суспендираните честички со филтрирање и гравиметриска метода.

6. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Експлоатацијата на минерални сировини и минералната технологија предизвикуваат низа проблеми во непосредното опкружување, како што се заземањето на земјоделско и шумско земјиште, поместување на населби, сообраќајници, водотеци, објекти и друго. Исто така, се придонесува за загадување на животната средина (воздухот, водата и др.). Имајќи го предвид сè ова, потребно е благовремено и сеопфатно решавање на овие проблеми во сите фази на планирање, проектирање и контрола на производството.

Поради негативните влијанија на рударството врз водите, почвата и воздухот, а со тоа и врз човекот и животната средина, неопходна е потребата за воведување на законска регулатива за заштита на животната средина од рударството. Во Р. Македонија за регулирање на заштитата на животната средина постојат неколку закони, како што се: Закон за минерални сировини, Закон за просторно планирање и уредување на просторот, Закон за земјоделско земјиште, Закон за постапка со отпадни материји, Закон за води, Закон за заштита на животната средина, Закон за електростопанство итн.

Крајната и долгорочна цел во областа на животната средина е создавање и примена на прописи во областа на животната средина во нашата земја, усогласени со важечките закони во ЕУ.

Европскиот закон за заштита на животната средина содржи низа насоки на Советот на Европа со цел подобрување на животната средина како и унификација и усогласување на различните национални регулативи. Одредниците на овој закон кои ги усвоила ЕУ во текот на последните две децении, може да се поделат на следните пошироки категории:

- Заштита на водените ресурси
- Заштита на тлото-почвите
- Заштита на воздухот
- Одложување на отпад и негова преработка

Индикатори за потврдување на успехот се:

- прописи во областа на животната средина и нивна практична примена со важечките прописи на ЕУ,

- план за иден развој на прописи и регулативи во областа на животната средина (вклучувајќи и стандарди за оценка на квалитетот во областа на животната средина).

Еден од најголемите проблеми во еколошкиот сектор е недостатокот од имплементацијата и практичната примена на законодавството во областа на животната средина. Од оваа перспектива, развојот на обемното материјално законодавство во областа на животната средина по пат на осовременување на критериумите за утврдување на граничните големини на емисија или унапредување на стандардите за оценка на квалитетот во областа на животната средина е секундарна цел. На тој начин основната активност ќе се насочи на развојот на имплементација и практична примена во областа на животната средина усогласени со стандардите на ЕУ. Најважни правни инструменти на ЕУ се директивите кои се однесуваат на изработка на студија за влијанието на животната средина (Environmental Impact Assessment - EIA Directive и Strategic Environmental Assessment - SEA Directive). Првата Директива ги одредува принципите за проценка на можните негативни дејства на животната средина од страна на одредени проекти и ги утврдува барањата за учество на јавноста во овие проекти. Втората Директива е да осигура идентификација и проценка на можните негативни дејства на животната средина на оние планови и програми подготвени и/или усвоени од страна на локалните, државните или регионалните власти пред нивното конечно усвојување. Целта на Integrated pollution prevention and control - IPPC Директивата е да создаде интегриран систем на дозволи и контрола за низа специфични стопански активности за да се постигне високо ниво на заштита на животната средина во целина. За имплементација на овие Директиви од голема важност е пристапот на информации во областа на животната средина.

Погоре е споменато дека одредувањето на граничните вредности на емисии е секундарна цел, но сепак е потребно да се знаат граничните вредности на емисии или максимално дозволените концентрации на некои елементи за да може да се утврди квалитетот на животната средина, а доколку се знае квалитетот на животната средина полесно ќе може да се реагира и заштити животната средина од негативни влијанија.

Во следните табели се дадени максималните дозволени концентрации на некои од елементите во водите, почвите и седиментите во одредени држави.

Табела 5 – Стандарди за квалитетот на водите во Р. Македонија: Максимално дозволени концентрации (MAC: Тешки метали) за водите
Table 5 - Standards for water quality in the Republic. Macedonia: The maximum allowed concentrations (MAC: Heavy metals) in water

Елементи Elements	Класификација на води и концентрација ($\mu\text{g}/\text{L}$) Classification of water and concentration ($\mu\text{g}/\text{L}$)		
	I-II	III-IV	V
Al	1500	1500	> 1500
Sb	30	50	> 50
As	30	50	> 50
Cu	10	50	> 50
Ba	1000	4000	> 4000
Be	0.2	1	> 1
Bi	50	50	> 50
Zn	100	200	> 200
Cd	10	10	> 10
Co	100	2000	> 2000
Se	100	500	> 500
Cr	50	100	> 100
Cr ⁶⁺	10	50	> 50
Mn	50	1000	> 1000
Mo	500	500	> 500
Ni	50	100	> 100
Pb	10	30	> 30
Pd	2	20	> 20
Ag	2	20	> 20
Ta	3	30	> 30
Ti	100	100	> 100
V	100	200	> 200
Вкупно/Total Hg	0.2	1	> 1

(Извадок од “Регулатива за класификација на води, Службен весник бр.18-99”)

Класификацијата на водите според квалитетот се базира врз главните физички (боја, мирис, вкус, суспендирани материји, вкупен сув остаток), хемиски (растворен кислород, БПК₅, азотни, фосфорни, други хемиски соединенија, токсични материји тешки метали и др.), биолошки и микробиолошки (вкупен број на бактерии, колиформни бактерии) параметри. При одредување на квалитетот на водите не е можно да се појде само на вредностите на еден или неколку параметри туку врз база на интегрално согледување на сите показатели кои одлучуваат за одреден квалитет на водата. Во основа водите се класифицирани во 4 класи според квалитетот, но тоа не значи дека со таква поделба за нив секогаш е одреден квалитетот на водите. Според некои стандарди водите се класифицираат во 5 класи. Квалитетот на водите временски и просторно е променлив и зависи од способноста на водите за самопочистување, интензитетот на оптоварување со отпадни води, квалитетот на прочистување со уредите за прочистување и многу други фактори.

Води од I класа - Во првата класа спаѓаат водите кои во природна состојба со евентуална дезинфекција може да се употребуваат за пиење, во прехранбената индустрија, а површинските води и за одгледување на племенити риби како што се пастрмките. Водите од прва класа не смеат да имаат мирис, видлива боја, ниту пак вредностите на другите параметри не смеат да ги надминат границите предвидени во посебните нормативни утврдени законски прописи.

Води од II класа - Тоа се води кои може да се користат во прехранбената индустрија само со претходна обработка со користење на вообичаените методи, а во природна состојба можат да се користат за капење, за спортови на вода и одгледување на други видови на риби.

Води од III класа - Во оваа група спаѓаат води кои можат да се употребуваат за наводнување на земјоделското стопанство и покрај тоа што, проаѓајќи низ населени места, тие се загадуваат од отпадните води со што ја менуваат бојата и мирисот. Вредностите на останатите параметри кои го одредуваат квалитетот имаат поголеми гранични вредности во споредба со двете претходни класи. Водите од оваа класа директно може да се користат во

земјоделското стопанство и во повеќе индустриски гранки или пак со претходно прочистување, но не и во прехранбената индустрија.

Води од IV класа - Водите од четвртата класа се многу загадени и не може да се вбројат во претходните три класи. Водите од оваа класа можат да се користат за други намени, но и во тој случај тие претходно мораат да бидат подложени на соодветна преработка. Додека водите од IV класа се за ограничена употреба по процесирање, водите од V класа не се за никаква употреба.

Табела 6 - Максимално дозволена концентрација на елементите во водите во EPA, ЕУ и Јапонија

Table 6 - Values of maximum allowable limits for elements in water in EPA, EU and Japan

Елемент Element	EPA (mg/L)	ЕУ/EU (mg/L)	Јапонија/Japan (mg/L)
Железо Iron	<0.3	<0.2	<0.3
Бакар Copper	<1	<2	1
Кадмиум Cadmium	<0.005	<0.003	<0.01
Арсен Arsenic	<0.05	<0.01	<0.01
Олово Lead	<0.015	<0.01	<0.01
Цинк Zinc	<5	-	<1
Магнезиум Manganese	<0.05	<0.05	<0.05
Хром Chromium	<0.1	<0.05	<0.05
Жива Mercury	<0.002	<0.001	<0.0005
Селен Selenium	<0.05	<0.01	<0.01
Флуор Fluorine	<2	<1.5	<0.8
Бор Boron	-	<1	<1
Цијанид Cyanide	<0.2	<0.05	<0.01
Алуминиум Aluminium	0.05 - 0.2	<0.2	<0.2
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 9.5	5.8 - 8.6

Табела 7 - Максимално дозволена концентрација на елементите во водите во Јапонија

Table 7 - Values of maximum allowable limits for elements in water in Japan

Елемент Element	Еколошки стандард Environmental standard (mg/L)	Граници за испуштање на индустриски отпадни води Industrial effluent discharge limit (mg/L)	Вода за пиење Drinking water (mg/L)
Железо Iron	-	<10	<0.3
Бакар Copper	-	<3	<1
Кадмиум Cadmium	<0.01	<0.1	<0.01
Арсен Arsenic	<0.01	<0.1	<0.01
Олово Lead	<0.01	<0.1	<0.01
Цинк Zinc	<0.03	<2	<1
Магнезиум Manganese	-	<10	<0.05
Т-Хром Т-Chromium	-	<2	-
Хром Chromium	<0.05	<0.5	<0.05
Жива Mercury	<0.0005	<0.005	<0.0005
Селен Selenium	<0.01	<0.1	<0.01
Флуор Fluorine	<0.8	<8	<0.8
Бор Boron	<1	<10	<1
Цијанид Cyanide	N.D.	<1	<0.01
Алуминиум Aluminium	-	-	<0.2
pH	6.5 - 8.6	5.8 - 8.6	5.8 - 8.6

Табела 8 - Максимално дозволени масени удели (во mg/kg) во почви и седименти за As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb и Zn во различни држави (извадок од KABATA-PENDIAS, 1995)

Table 8 - Values of maximum allowable limits (M.A.L.) for heavy metals in soil (mg/kg) used in different countries (by KABATA-PENDIAS, 1995)

Хемиски елемент Chemical element	Австрија Austria	Полска Poland	Јапонија Japan	Канада Canada	Германија Germany	Италија Italy	Обединето Кралство United Kingdom	Холандија референтни/ интервентни
As	-	-	-	-	-	-	-	29 / 55
Cd	5	3	-	8	2	2	3	0,8 / 12
Co	50	50	50	25	-	20	-	20 / 240
Cr	100	100	-	75	200	150	50	100 / 380
Cu	100	100	125	100	50	120	100	36 / 190
Ni	100	100	100	100	100	120	50	35 / 210
Pb	100	100	400	200	500	100	100	85 / 530
Zn	300	300	250	400	300	150	300	140 / 720

Табела 9 – Препорачани максимално дозволени концентрации на тешки метали во почвата и седиментите (извадок од Квалитетот на животната средина во РМ – Годишен извештај за 2007 година – Министерство за животна средина и просторно планирање)

Table 9 – Recommended maximum permitted concentrations of heavy metals in soil and sediments (excerpt from the Quality of environment in Macedonia - Annual Report 2007 - Ministry of Environment and Physical Planning)

Хемиски елемент Chemical element	Р. Македонија R. of Macedonia (mg/kg)
As	30
Cd	3
Co	50
Cr	100
Cu	100
Ni	70
Pb	100
Zn	200

7. МОНИТОРИНГ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДИТЕ, ПОЧВИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ВО ОКОЛИНАТА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА ОД 2004/2005 ГОДИНА

Рудничките депонии, особено оние кои се резултат на флотациските постројки на Pb-Zn руди претставуваат особено ризичен елемент на антропогениот фактор врз животната средина, посебно кога овие депонии се сместени во високо планински региони како што е примерот на рудникот Саса во непосредна близина на Македонска Каменица. Рудникот Саса како еден од најфертилните објекти за производство на оловно-цинкови концентрати во Република Македонија своето производство го започна пред околу 40 години со примена на класичните методи на подземната рударска експлоатација и методите на флотациската концентрација.

За време од овие 40 години во овој рудник се произведени околу 20 милони тони руда со што на самите флотациски хидројаловишта се наоѓа значителна количина јаловина која е сместена во системот на хидројаловиштата во самото течение на Каменичка Река. Самиот факт дека овие хидројаловишта се сместени во овој високо планински регион со многу силно нагласена орографија која има значително влијание врз движењето на површинските води дополнително го зголемува ризикот од појавата на хаварии во ваквите системи за складирање на флотациската јаловина (каква што беше и хаваријата на хидројаловиштето во 2003 година). Токму поради овие моменти на нагласен можен фактор врз животната средина се востановуваат и континуирани системи на следење на стабилноста на хидројаловиштата како и системи за зафаќање и одведување на површинските води кои од своја страна претставуваат дополнителен ризик врз стабилноста на системите на хидројаловиштата.

Треба да се спомене дека сите овие системи на контрола и мониторинг денес редовно функционираат на рудникот Саса - Македонска Каменица со единствена цел да не се повтори хаваријата која се случи во 2003 година при што значителна количина на хидројаловина се излеа во коритото на Каменичка Река. После оваа хаварија во текот на 2004/2005 година се спроведе мониторинг од аспект на проценката на антропогениот фактор врз системот на

животната средина. Реализацијата на овој мониторинг беше логичен одговор на состојбата која произлезе после хаваријата на хидројаловиштето ако се има во предвид положбата на рудникот Саса во регионалната географска шема на овој дел на Република Македонија. Имено рудникот Саса со системот на хидројаловишта е сместен во горниот тек на Каменичка Река кој се влева во вештачкото езеро Калиманци (резервоар на вода во количина од околу 100 милиони метри кубни изграден на реката Брегалница). Од ова езеро се водоснабдува системот за наводнување Калиманци, а по течението на река Брегалница, во Кочанската котлина се наоѓаат познатите оризови полиња кои се наводуваат од водите на реката Брегалница и езерото Калиманци. Со реализацијата на мониторингот на антропогениот фактор кој произлезе со хаваријата на хидројаловиштето на рудникот Саса во 2004/2005 година беше квантифициран овој фактор врз системот на животната средина.

Резултатите кои беа добиени од тој мониторинг се прикажани во следните табели.

Во табела 10 дадени се резултатите од испитуваните води и тоа: рН вредноста, електроспроводливоста (во $\mu\text{S}/\text{cm}$), вредностите за концентрацијата и протекот на тешките метали и цијанидите.

Табела 10 - Резултати од определувањето на рН вредноста и електроспроводливоста, концентрацијата и протекот на железо, манган, олово, цинк, кадмиум, хром, никел, кобалт, бакар и цијаниди во примероците од испитуваните води

Table 10 – Results of determination of pH and electropracticability, concentration and flow of iron, manganese, lead, zinc, cadmium, chromium, nickel, cobalt, copper and cyanide in water samples tested

Р. бр.	Мерно место Measure place	Датум на земање на пробата Date of taking sample	рН	Спрово дливост Conductivity μS/cm	Проток Flow, Q/m ³ /s	μg/l Fe	μg/l Mn	μg/l Pb	μg/l Zn	μg/l Cd	μg/l Cr	μg/l Ni	μg/l Co	μg/l Cu	mg/l CN
	МДК – I-II класа		6,5-8,5			300	50	10	100	0.1	50	50	100	10	1
	МДК – III-IV класа		6,5-6,3			1000	1000	30	200	10	100	100	2000	50	100
1	Црвена Река	30.08.04	6,3-6,0		0,128	3,0	56,0	0,0	130,0	0,103	0,00	2,45	2,35	3,77	<DL
		07.10.04	6,0-5,3		0,128	7,0	55,0	2,9	88,5	1,298	0,54	2,57	4,60	6,67	< LDL
		02.11.04	6,50	88	0,148	54,0	50,0	3,0	178,9	1,405	6,07	0,73	1,51	9,06	0,000
2	Козја Река	30.08.04	7,07	192	0,103	0,0	3360	24,1	11785	1,250	0,00	89,21	22,52	17,53	<DL
		07.10.04	7,44	185	0,103	32,0	4090	36,0	8453	94,43	0,59	101,15	18,60	38,86	< LDL
		02.11.04	7,03	841	0,108	117,0	4530	26,8	12110	65,40	0,00	41,20	18,75	36,50	< LDL
3	Дренажна вода	30.08.04	6,83	833	0,005	6,0	3580	1,1	155,0	2,317	0,00	7,01	0,08	4,71	<DL
		07.10.04	6,84	837	0,005	21,0	3530	37,4	78,0	11,43	0,74	5,38	2,70	6,20	< LDL
		02.11.04	7,10	861	0,004	31,0	2840	17,8	120,7	11,14	0,06	1,12	1,37	3,02	< LDL
4	Каменичка Р. пред влив во дренажа	30.08.04	6,79	861	0,235	0,0	120,0	13,0	36,4	0,051	2,72	2,65	0,00	0,50	<DL
		07.10.04	6,87	800	0,235	17,0	1140	45,6	3044	22,18	1,57	47,10	6,20	119,00	< LDL
		02.11.04	9,40	458	0,192	58,0	1050	107,0	3317	21,85	0,00	110,00	6,18	64,50	< LDL
5	Каменичка Р. по влив во дренажа	30.08.04	7,07	423	0,294	105,0	37,0	17,6	14,0	0,089	3,45	3,14	0,14	1,18	<DL
		07.10.04	7,13	420	0,294	24,0	1430	43,7	2201	18,80	1,15	39,60	5,30	109,50	< LDL
		02.11.04	9,65	460	0,204	68,0	1290	112,1	3081	22,31	1,67	96,50	5,66	78,20	< LDL
5'	Каменичка – М. Каменица	30.08.04	7,27	428	0,428	124,0	255,0	0,1	230,7	0,078	1,17	1,56	0,55	2,05	<DL
		07.10.04	7,23	418	0,428	84,0	485,0	12,4	287,9	3,139	0,16	7,12	1,80	3,12	< LDL
		02.11.04	8,22	421	0,384	149,0	413,0	9,7	200,9	2,703	0,00	1,51	0,53	6,81	< LDL

Р. бр.	Мерно место Measure place	Датум на земање на пробата Date of taking sample	pH	Спрово дливост Conductivity µS/cm	Проток Flow, Q/m³/s	µg/l Fe	µg/l Mn	µg/l Pb	µg/l Zn	µg/l Cd	µg/l Cr	µg/l Ni	µg/l Co	µg/l Cu	mg/l CN
	МДК – I-II класа		6,5-8,5			300	50	10	100	0.1	50	50	100	10	1
	МДК – III-IV класа		6,5-6,3			1000	1000	30	200	10	100	100	2000	50	100
6	Брегалница под брана	30.08.04	8,92	248	11,80	11,0	0,0	2,8	2,3	0,022	0,00	1,38	0,81	2,40	<DL
		07.10.04	7,67	272	11,80	41,0	33,0	6,0	1,7	0,326	0,96	1,19	0,40	3,98	< LDL
		02.11.04	7,66	277	0,265	37,0	9,0	3,3	6,2	0,237	0,00	0,45	0,27	5,79	< LDL
7	Лев канал	31.08.04	7,62	225	1,960	35,0	1,0	2,0	6,0	0,074	0,00	1,68	0,18	1,45	<DL
8	Десен канал	31.08.04	7,68	271	7,370	27,0	1,0	2,0	7,4	0,011	0,00	0,40	0,67	1,84	<DL
9	Злетовица пред влив во Брегалница	31.08.04	7,99	272	0,205	10,0	156,0	7,8	3,4	0,000	0,00	0,00	0,17	1,29	0,000
		07.10.04	7,86	226	0,205	43,0	120,0	7,3	1,4	0,000	0,17	1,74	0,00	2,34	< LDL
		01.11.04	7,91	224	0,454	120,0	93,0	3,9	9,5	0,167	0,00	0,00	0,00	2,16	0,000
10	Брегалница по влив на Злетовица	31.08.04	7,87	442	3,720	130,0	286,0	6,6	0,7	0,000	0,00	1,03	0,75	1,95	0,000
		08.10.04	8,49	407	3,720	146,0	41,0	7,1	3,1	0,111	0,10	0,97	0,60	2,26	< LDL
		01.11.04	8,00	428	2,600	212,0	178,0	4,5	103,0	0,067	0,00	0,00	0,00	5,03	< LDL
11	Брегалница низводно од Штип	31.08.04	8,08	444	3,820	55,0	53,0	2,1	1,5	0,000	0,00	1,75	0,61	1,42	0,003
		08.10.04	7,66	446	3,820	36,0	19,0	6,7	1,8	0,000	0,05	0,93	0,00	5,21	0,001
		01.11.04	8,04	434	2,650	159,0	137,0	7,4	12,1	0,143	0,00	0,00	0,51	6,60	0,000
12	Брегалница -Убого	01.09.04	8,00	504	3,780	15,0	9,0	10,2	4,6	0,015	0,00	0,70	0,77	1,29	<DL
		08.10.04	7,71	444	3,100	112,0	17,0	7,4	10,4	0,111	0,86	1,17	0,00	3,85	0,001
		01.11.04	7,68	519	3,780	42,0	9,0	6,8	4,0	0,055	0,00	0,37	0,42	2,43	0,000
13	Калиманци – акум.	31.08.04	8,37	521		0,0	0,0	2,8	3,4	0,001	0,00	0,72	0,66	2,14	<DL
		07.10.04	8,07	563		12,0	26,0	5,3	3,7	0,254	0,42	2,42	0,50	2,79	< LDL
		02.11.04	8,08	580		64,0	19,0	3,1	16,4	0,146	0,00	0,87	0,05	5,15	< LDL

Вредностите за електроспроводливоста не покажуваат големи количини на растворени супстанции освен во примероците од Козја Река, дренажните води од флотацијата и долниот тек на Брегалница.

Тешките метали се анализирани со атомска апсорпциона спектрометрија. Резултатите од определувањето на концентрацијата и протекот на хром, никел, кобалт, бакар и цијаниди во примероците од испитуваните води покажуваат дека водите кои поминуваат или потекнуваат од околината на рудникот, па се до примероците од водата од Каменичка Река во Македонска Каменица имаат висока концентрација на одредени тешки метали кои се застапени во рудата и јаловиштето. Тоа пред сè, се однесува на концентрацијата на манганот, цинкот, кадмиумот, оловото, никелот и бакарот. Така, на пример, концентрацијата на манган во водата од Каменичка Река во близината до јаловиштето и под него достигнува вредности и над 1000 µg/l (во водите од Козја Река и над 4000 µg/l). Многу е висока и концентрацијата на Zn (и до 11 µg/l) и Cd (над 20 µg/l) во истите примероци. Концентрацијата на овие метали се намалува во примероците од водата од Каменичка Река во Македонска Каменица, Сепак, во однос на застапеноста на Zn (во целиот испитуван период), Cd (во септември и октомври) и Pb (во септември) условува овие води да бидат во III-IV класа.

Концентрацијата на цијанидите во сите испитувани примероци е под границата на детекција на методата, што укажува на тоа дека тие се застапени под 0,001 µg/l. Во ситуација кога флотацијата во рудникот “Саса” не е во функција, не се очекуваат зголемени концентрации на цијаниди. Сепак, вака ниските концентрации и во водите околу јаловиштето укажува дека цијанидите не се застапени во потезите каде минуваат водите.

Во табела 11 дадени се резултатите од испитуваните седименти. Поради отсуство на регулатива која ќе ги органичува содржините на тешките метали (и другите параметри) во седиментите, споредбата на добиените резултати е вршена со оние на некои од земјите членки на Европската Унија и Светот (Табела 8). Посебно е важна споредбата со оние кои важат во Холандија поради посторење на максимални вредности за содржината на тешки метали во седиментите и почвите за нормални услови и за интервентни услови (во случаи, на пример, на хаварији).

Табела 11 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Pb, Zn, Cd, As, Ag, Ni, Cr, Cu и Co во примероците од испитуваните седименти земени во септември (IX), октомври (X) и ноември (XI) 2004 година

Table 11 - Results of determining the content of Fe, Mn, Pb, Zn, Cd, As, Ag, Ni, Cr, Cu and Co in the tested sediment samples taken in September (IX), October (X) and November (XI) 2004

Елемент Element		Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	As	Ag	Ni	Cr	Cu	Co
		%		mg/kg								
МДК, Холандија/ референтни		-	-	85	140	0.8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/ интервентни		-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
1	Црвена Река, IX	5,87	0,222	8600	8480	70	220	5,1	100	30	500	27
	X	5,62	0,291	10930	12570	91	170	9,4	110	38	620	25
	XI	4,85	0,43	9020	17930	64	80	9	100	35	630	23
2	Козја Река, IX	7,88	0,429	11600	15500	120	160	9,6	80	30	770	29
	X	4,99	0,529	10550	25280	141	100	7,4	130	40	840	27
	XI	5,05	0,365	7480	13110	86	130	6,7	120	36	520	26
3	Каменичка Р. по тунел, IX	4,13	0,534	4500	14400	100	50	4,1	140	40	440	27
	X	4,71	0,542	8760	21700	129	60	6,5	130	45	710	26
	XI	4,03	0,438	7950	17900	102	70	5,6	100	35	610	21
4	Каменичка Р., IX	4,11	0,484	5200	21000	120	70	6,1	120	40	590	25
	X	4,82	0,435	4710	16250	76	80	3,5	80	28	410	20
	XI	3,94	0,346	4440	14540	69	60	3,4	60	21	410	17
5	Каменичка Р., IX	4,54	0,442	6000	16200	90	80	5,5	80	30	590	17
	X	5,52	0,212	2620	3180	29	70	2,3	20	15	200	14
	XI	3,46	0,114	720	780	10	0	0,9	10	18	70	10
6	Каменичка Р., IX	5,32	0,222	2700	5020	40	80	2,6	40	20	210	17
	X	5,72	0,216	2680	3210	29	90	1,6	20	16	180	14
	XI	5,34	0,24	2920	5480	37	70	2,8	30	19	250	14

Елемент Element		Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	As	Ag	Ni	Cr	Cu	Co
		%		mg/kg								
МДК, Холандија/ референтни		-	-	85	140	0.8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/ интервентни		-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
7	Каменичка Р., IX	7,01	0,224	2300	3080	30	250	3,1	30	10	180	19
	X	5,3	0,252	2380	4030	26	70	2,3	20	22	190	14
	XI	4,35	0,266	2620	5560	28	60	2,1	30	19	230	14
8	Каменичка Р., IX	6,09	0,197	2200	3670	30	150	2,9	30	20	170	17
	X	4,69	0,215	1860	2960	21	50	1,8	20	19	150	12
	XI	4,3	0,214	1970	3390	22	50	1,7	20	19	140	12
9	Каменичка Р., IX	3,83	0,233	1500	3660	20	60	1,8	30	10	140	13
	X	4,64	0,18	1640	2370	20	50	1,3	20	21	130	13
	XI	4,14	0,146	1310	1690	14	30	1,1	20	20	100	12
10	Каменичка Р., IX	3,09	0,092	800	420	10	10	1,3	20	10	370	20
	X	5,49	0,233	2290	3190	24	80	1,5	20	22	170	14
	XI	5,77	0,241	3030	3640	26	100	2,4	20	18	190	14
11	Каменичка Р., М. Каменица, IX	8,73	1,481	31700	25500	160	150	22	100	20	3160	25
	Каменичка Р., пред акумул., X	4,73	1,385	60	1160	29	50	22	100	20	20000	15
	Каменичка Р., пред акумул., XI	4,05	1,05	60	1550	20	70	25	100	20	17500	15

Елемент Element		Fe	Mn	Pb	Zn	Cd	As	Ag	Ni	Cr	Cu	Co
		%		mg/kg								
МДК, Холандија/ референтни		-	-	85	140	0.8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/ интервентни		-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
12	Брана	4,33	0,134	3320	4910	28	40	2,4	30	24	220	13
	Калиманци, IX	4,26	0,188	4520	6060	38	40	3,5	20	28	270	12
	XI	4,26	0,188	4520	6060	38	40	3,5	20	28	270	12
13	Р. Злетовица пред влив во Брегалница, XI	4,35	0,59	400	750	10	10	1,7	20	20	60	17
	X	4,85	0,595	350	1750	10	0	1,5	30	20	60	20
	XI	3,55	0,505	330	1950	20	20	1,6	50	40	50	25
14	Брегалница, с. Балван, XI	3,09	0,305	110	240	10	0	1,2	30	40	30	15
	X	3,5	0,387	210	1200	10	20	1,5	30	40	30	15
	XI	3	0,38	260	1700	10	20	1,5	70	40	30	15
15	Брегалн., с. Софилари, IX	3,35	0,29	100	250	10	0	1,7	20	20	40	17
	X	3,35	0,39	150	250	10	10	1,2	30	20	40	17
	XI	3,05	0,3	150	550	20	20	1,6	80	30	20	15
16	Брегалница, с. Убого, XI	2,91	0,144	40	130	5	0	0,17	150	130	40	20
	X	2,85	0,344	40	180	10	10	0,17	170	130	40	20
	XI	2,51	0,301	70	350	10	10	0,17	170	20	20	25

Од добиените вредности може да се забележи дека вредностите на содржината на поголем дел од испитуваните елементи е над оние коишто се допуштени во земјите на Европската Унија. Тоа посебно се однесува на содржините на оловото, цинкот, кадмиумот и арсенот во скоро сите испитувани примероци. Вредностите на некои од овие елементи (посебно на оловото и цинкот во примероците земени во близината на рудникот и јаловиштето, а и понатаму по целото течение на Каменичка Река се извонредно високи (во многу случаи овие вредности можат да се изразат и во проценти). Таков е на пример, случајот со содржината на оловото од сите примероци од Козја, Црвена и Каменичка Река и се движат од 0,229 % до 3,17 %, или оние на цинк во истите примероци кои се движат од 0,078 % до 2,55 %. Релативно висока е и содржината на олово, цинк и кадмиум во седиментот земен во горните делови на акумулацијата "Калиманци" во близината на самата брана. Вака високите вредности на овие елементи во испитуваните примероци се присутни во сите три примероци земени во испитуваниот период од септември до ноември 2004 година. Ова укажува на присутен материјал од руда (во Црвена и Козја Река) и на материјал од јаловиштето.

Овие вредности, во најголемиот број на случаи, далеку ги надминуваат и оние кои се усвоени во Холандија за содржина на тешки метали во седименти и почви за интервентни (инцидентни) случаи.

Содржината на арсен во овие примероци (посебно во оние седименти земени во Козја, Црвена и Каменичка Река) се повисоки од оние кои се однесуваат на границите во интервентни случаи, но со многу помал фактор од оној за олово, цинк и кадмиум. Во некои од овие примероци добиени се повисоки вредности и за содржината на бакар. Посебно за одбележување се еноормно високите вредности на содржината на бакар во седиментот од Каменичка Река пред нејзиниот влив во Езерото Калиманци.

Содржината на скоро сите испитувани елементи во водите на реката Брегалница е далеку пониска од онаа на примероците од Козја, Црвена и Каменичка Река. Сепак, треба да се напомене дека содржината на оловото, цинкот и кадмиумот е над максимално дозволените вредности во некои од земјите на Европската Унија.

Во табела 12 дадени се резултатите од испитуваните почви. Анализирани параметри се тешките метали: железо, манган, олово, цинк, кадмиум, арсен, сребро, никел, хром, бакар и кобалт.

Табела 12 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Pb, Zn, Cd, As, Ag, Ni, Cr, Cu и Co во примероците од испитуваните почви земени во септември (IX), октомври (X) и ноември (XI) 2004 година

Table 12 - Results of determining the content of Fe, Mn, Pb, Zn, Cd, As, Ag, Ni, Cr, Cu and Co in the tested soil samples taken in September (IX), October (X) and November (XI) 2004

Елемент Element	Fe %	Mn %	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Ag mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Co mg/kg
МДК, Холандија/референтни	-	-	85	140	0,8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/интервентни	-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
Црвена река, десна страна, IX	4,40	0,285	14200	12500	120	120	6,6	100	40	920	22
X	6,27	0,285	10060	13260	79	250	8,7	110	37	470	27
XI	6,85	0,350	14790	17160	99	280	13,1	140	31	520	32
Црвена река, лева страна, IX	6,00	0,212	28800	20600	210	270	21,0	60	40	1760	22
X	6,81	0,252	34230	27440	235	300	23,4	80	45	1860	23
XI	7,27	0,284	34490	27740	240	320	7,85	70	40	1850	23
Козја река, десна страна, IX	5,11	0,336	7600	10400	90	80	6,4	80	30	530	21
X	6,73	0,349	19030	21680	169	180	12,8	80	38	1160	22
XI	6,63	0,353	19890	21670	167	190	14,17	70	39	1200	21
Козја река, лева страна, IX	4,31	0,367	8600	11300	100	90	6,4	90	30	610	21
X	5,53	0,476	6430	14200	85	80	5,4	110	34	430	24
XI	5,02	0,387	10230	16680	110	110	6,16	100	35	650	22
Каменичка Р., по тунел, десна страна, IX	7,07	0,337	4500	4610	40	120	5,0	40	20	280	19
X	5,35	0,443	11960	17750	121	110	7,0	90	39	690	22
XI	4,47	0,383	8720	19280	104	110	3,78	90	28	640	21
Каменичка Р., по тунел, лева страна, IX	5,71	0,445	3500	8740	60	90	3,5	70	30	310	22
X	5,03	0,509	7740	23010	122	80	4,5	120	38	650	26
XI	4,01	0,377	6760	17660	92	60	2,64	100	29	560	20

Елемент Element	Fe %	Mn %	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Ag mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Co mg/kg
МДК, Холандија/референтни	-	-	85	140	0,8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/интервентни	-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
4-Каменичка Р, десна страна, IX	4,90	0,433	3400	10700	60	80	3,6	70	20	320	22
X	6,56	0,441	5920	9830	72	100	4,8	60	31	430	22
XI	4,35	0,284	3460	6910	41	50	3,20	40	22	280	16
4-Каменичка Р., лева страна, IX	3,89	0,484	5200	21000	110	70	5,5	120	40	600	25
X	6,42	0,341	6030	6890	46	110	4,5	40	32	430	18
XI	4,73	0,267	4060	4670	31	50	5,24	30	25	370	14
5-Каменичка Р, десна страна, IX	3,14	0,215	500	3400	20	0,0	1,1	30	30	70	15
X	5,64	0,203	2270	3120	27	70	1,9	20	19	170	13
XI	3,87	0,133	1190	1300	13	40	0,89	10	14	90	9
5-Каменичка Р., лева страна, IX	3,96	0,217	1500	2850	20	50	1,6	20	20	120	12
X	5,43	0,267	2910	6500	39	80	2,5	30	25	240	15
XI	4,93	0,258	3210	6320	40	80	2,54	30	21	260	14
6-Каменичка Р, десна страна, IX	4,46	0,203	2000	3350	30	70	2,9	30	20	140	14
X	4,45	0,147	1070	1180	13	30	0,66	10	21	80	12
XI	3,82	0,137	1350	1540	14	50	0,85	10	13	90	9
6-Каменичка Р., лева страна, IX	3,72	0,172	1600	2550	20	50	1,9	20	20	110	13
X	5,85	0,189	2290	3060	27	90	2,6	20	15	170	13
XI	5,08	0,188	2380	4140	29	100	1,87	20	16	180	13

Елемент Element	Fe %	Mn %	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Ag mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Co mg/kg
МДК, Холандија/референтни	-	-	85	140	0,8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/интервентни	-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
7- Каменичка Р, десна страна IX	3,75	0,185	1500	3290	20	60	1,5	30	20	140	13
X	5,58	0,355	3130	7450	37	100	3,0	30	20	280	18
XI	5,00	0,333	3280	6830	35	90	2,99	30	19	300	16
7-Каменичка Р., лева страна, IX	4,18	0,299	1700	5130	30	70	2,8	30	20	180	15
X	5,44	0,409	2930	7670	39	90	2,5	30	23	340	17
XI	4,35	0,285	2440	5360	30	70	1,84	30	15	0200	13
8-Каменичка Р, десна страна, IX	6,02	0,155	1800	2550	20	90	2,7	20	10	140	13
X	5,31	0,428	3180	8310	39	90	3,1	40	24	360	17
XI	4,30	0,214	1970	3390	22	50	1,74	20	19	140	12
8-Каменичка Р., лева страна, IX	3,83	0,130	1300	1670	20	70	1,5	20	10	100	11
X	3,74	0,124	1300	1640	20	70	1,6	20	10	100	11
XI	4,34	0,184	1930	2190	18	70	1,40	20	16	120	12
9-Каменичка Р, десна страна, IX	4,13	0,147	1400	1950	20	100	1,7	20	10	110	13
X	5,29	0,173	1910	2330	22	70	1,7	20	15	150	12
XI	4,92	0,160	1950	2170	19	60	1,61	20	16	120	11
9-Каменичка Р., лева страна, IX	3,49	0,134	1100	1580	10	60	2,0	20	10	90	12
X	4,42	0,171	1800	2030	18	60	1,2	20	18	130	11
XI	4,14	0,143	1770	2040	16	60	1,56	10	14	110	11

Елемент Element	Fe %	Mn %	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Ag mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Co mg/kg
МДК, Холандија/референтни	-	-	85	140	0,8	29	-	35	100	36	20
МДК, Холандија/интервентни	-	-	530	720	12	55	-	210	380	190	240
10-Каменич. Р, десна страна, IX	3,25	0,090	800	310	10	010	1,3	30	10	300	25
X	4,70	0,159	1650	1940	19	80	1,8	10	16	130	11
XI	4,34	0,144	1590	1970	17	60	1,61	10	15	110	10
10-Каменичка Р, лева страна, IX	3,55	0,090	800	390	10	10	1,2	30	10	320	20
X	4,33	0,169	1520	1610	15	40	1,2	20	19	110	11
XI	4,17	0,142	1390	1670	13	50	0,80	20	17	90	11
11-Каменич. Р, десна страна, IX	6,31	1,348	12500	5900	60	190	25,0	100	20	1650	27
X	4,39	1,445	60	1650	21	90	25,0	100	20	17500	15
XI	4,33	1,483	60	1600	20	50	23,0	100	20	17000	17
11- Каменич. Р, десна страна, IX	4,35	1,588	15500	9100	90	170	23,0	100	20	1950	30
X	5,05	1,500	60	1650	20	70	23,0	100	20	19500	11
XI	4,30	1,455	70	1630	21	50	25,0	100	20	17500	11
Брана Калиманци - десна страна, IX	4,05	0,175	3720	5950	35	40	3,41	20	25	220	12
X	4,41	0,207	4440	6540	40	40	2,74	30	31	260	13
XI	4,41	0,207	4440	6540	40	40	2,74	30	31	260	13
Брана Калиманци - лева страна, IX	7,70	0,504	5000	5050	38	70	4,22	30	37	240	14
X	9,50	0,4455	4640	4820	40	100	3,99	30	29	220	16
XI	0,096	0,0029	3,859	100	30	4455	9,05	40	220	4820	16

Од добиените вредности може да се забележи дека и во примероците од почвите земени од двете страни на Реките Козја, Црвена и Каменичка, содржината на поголем дел од испитуваните елементи е над оние коишто се допуштени во земјите на Европската Унија. И во овие примероци тоа посебно се однесува на содржините на оловото, цинкот, кадмиумот и арсенот во скоро сите испитувани примероци. Вредностите на некои од овие елементи (посебно на оловото и цинкот) во примероците земени во близината на рудникот и јаловиштето, а и понатаму во целото течение на Каменичка Река се извонредно високи. Така, може да се наведе дека содржината на оловото од сите примероци од почви од двете страни на Козја, Црвена и Каменичка Река се движат од 0,08 % до 3,449 %. Содржината на цинкот во истите примероци се движат од 0,11 % до 2,774 %. Релативно висока е и вредноста на содржината на оловото, цинкот и кадмиумот во почвите земени во горните делови од двете страни на акумулацијата "Калиманци" во близина на самата брана. Вака високите вредности на овие елементи во испитуваните примероци се присутни во сите три примероци земени во испитуваниот период од септември до ноември 2004 година. Ова укажува на присутен материјал од руда и на материјал од јаловиштето и во почвите во околината на реките, па и самата акумулација.

Вредностите за содржината на овие елементи, во најголемиот број на случаи, далеку ги надминуваат и оние кои се усвоени во Холандија за содржина на тешки метали во седименти и почви за интервентни (инцидентни) случаи, а секако и на максималните вредности кои важат во други земји од Европската Унија дури и за вообичаени состојби.

Содржината на арсен во овие примероци (посебно во оние примероци од почва земени во близината на Козја, Црвена и Каменичка Река) се повисоки од оние кои се однесуваат на границите во интервентни случаи, но со многу помал фактор од оној за олово, цинк и кадмиум. Во многу од испитуваните примероци добиени се високи вредности и за содржината на бакар. Посебно за обележување се многу високите вредности за содржината на бакар во почвите земени од двете страни на Каменичка Река пред нејзиниот влив во Езерото Калиманци.

8. ПРОЦЕНКА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДИТЕ, ПОЧВИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ВО ОКОЛИНАТА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА ОД 2010 ГОДИНА

Целта на овој магистерски труд е да се изврши проценка на квалитетот на водите, седиментите и почвата според концентрацијата на тешки метали во пошироката околина на рудникот Саса и да се утврди штетното влијание на рудникот и хидројаловиштето врз животната средина. Воедно ќе се изврши и споредба со резултатите добиени од испитувањата од 2004/2005 година со што ќе се добијат недвосмислени информации за мобилноста/фиксацијата на елементите кои претставуваат ризик врз здравјето на луѓето.

За таа цел извршени се низа на активности кои опфаќаат:

- изработка на топографска карта;
- земање на дваесет мостри од води во областа на рудникот Саса, по течението на реките Каменичка и Брегалница, се до влевот на реката Брегалница во реката Вардар. Поточно, три мостри над системот на хидројаловиштето по течението на притоците на Каменичка Река, пет мостри по течението на Каменичка Река (рамномерно распоредени до вливот во Езерото Калиманци), две мостри во самото Езеро Калиманци и десет мостри распоредени по течението на реката Брегалница од селото Истибање до вливот на реката Брегалница во реката Вардар. Местата од каде што се земени мострите се прикажани на слика 18;
- земање на шеснаесет мостри од седименти од истите локации во областа на рудникот Саса, по течението на реките Каменичка и Брегалница, се до влевот на реката Брегалница во реката Вардар. Распоредот е: четири мостри по течението на Каменичка Река (рамномерно распоредени до вливот во Езерото Калиманци), две мостри во самото Езеро Калиманци и десет мостри распоредени по течението на реката Брегалница од селото Истибање до вливот на реката Брегалница во реката Вардар. Местата од каде што се земени мострите се прикажани на слика 18;
- земање на сто мостри од почва според мрежата на топографската карта во областа од Јакимовско поле - близу село Истибања, па по течението

на реката Брегалница се до село Крупиште. Поточно во околината на селата: Крупиште, Уларци, Чешиново, Чифлик, Облешево, Д. Подлог, Г. Подлог, Мојанци, Грдовци и Прибачево, и се до: Оризари, Кочани, Тркање, Бања, Спанчево и Соколарци. Овие сто мостри се означени со сина боја со ознаките од T₁ до T₁₀₀ (слика 19).

- подготовка на мострите за анализа и
- анализа на тешки и токсични метали на собраните мостри (Pb, Zn, Cd, As, Ni, Cr, Fe, Mn, Cu) со примена на методите на ICP-AES, ICP-MS.

Земањето на мостри е извршено во периодот мај – август 2010 година и ознаките T и T' означуваат два различни периода на земање на мостри.

Мострите од водите директно се носени на подготовка за хемиска анализа, додека мострите од почва и седименти подлежат на претходна обработка како што е опишано во поглавје 5 и шематски прикажано на слика 17. Анализата на мострите во однос на содржината на тешки метали (Pb, Zn, Cd, As, Ni, Cr, Fe, Mn, Cu) е вршена со примена на методите на ICP-AES и ICP-MS.

За да се процени загаденоста на водите со тешки метали, добиените резултати се споредуваат со стандардните вредности за квалитетот на водите во Р. Македонија – максимално дозволени концентрации. Резултатите пак добиени од испитуваните мостри од почва и седименти се споредуваат со препорачани вредности за максимално дозволени концентрации на тешки метали во почвата и седиментите во Р. Македонија, бидејќи сеуште нема утврдени стандардни вредности кои ќе претставуваат максимална граница за концентрација на тешки метали, и со максимално дозволени вредности за тешки метали според Холандија, бидејќи тие имаат попрецизно ограничување. Истите имаат стандардни референтни вредности и стандардни интервентни вредности. Интервентните вредности претставуваат максимално дозволени концентрации на тешки метали при ретки случаи, како што се хавариите.

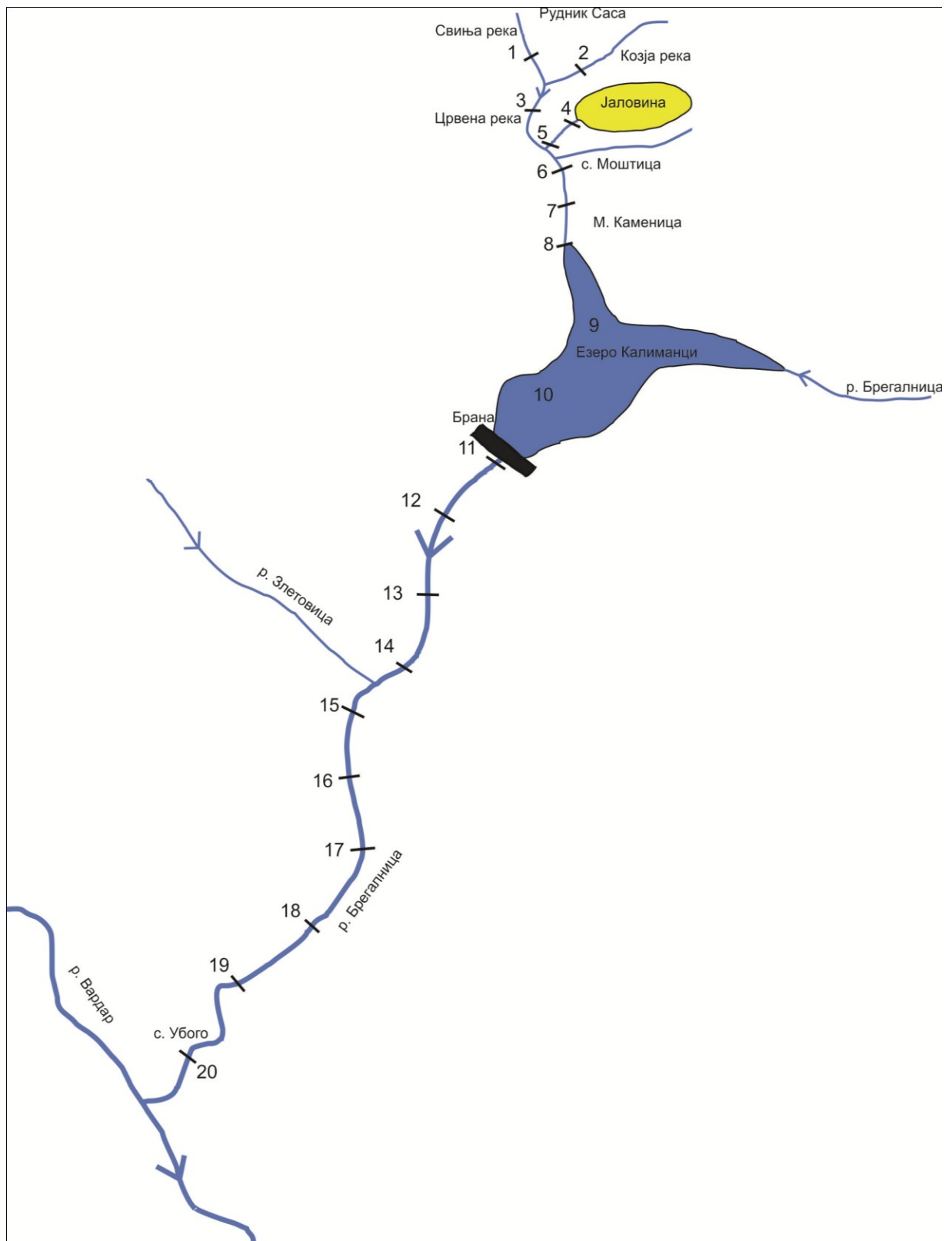
Стандардните вредности за квалитетот на водите во Р. Македонија – максимално дозволени концентрации на тешките метали и препорачани вредности за максимално дозволени концентрации на тешки метали во почвата и седиментите во Р. Македонија се прикажани соодветно во табелите 5 и 9.

Вредностите пак за максимално дозволени концентрации на тешки метали во почвата и седиментите во другите земји низ светот, како и Холандија, се прикажани во табела 8.

8.1 РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА ВОДИТЕ

Мострите од води се земени од дваесет места по течението на Свиња река, Козја река, Црвена река, Езерото Калиманци и р. Брегалница се до вливот во р. Вардар (Сл. 18). Водите се испитувани со помош на повеќе методи и тоа: гравиметриска, потенциометриска, кондуктометричка, спектрофотометриска и ICP-AES и ICP-MS метода.

Во табелите 13 и 14 дадени се резултатите од определувањето на рН вредноста, температурата, електроспроводливоста (во EC/ μ S) и вкупно растворените материји, додека пак во табелите 15, 16, 17, 18 и 19 дадени се вредностите за концентрацијата на тешките метали и сувиот остаток од нефилтрирана вода.



Слика 18 - Приказ на местата за земање мостри од вода и седименти
 Figure 18 - Representation of places for sampling water and sediments

Табела 13 - Резултати од определувањето на рН вредноста, температурата, електрична спроводливост и вкупно растворени материи во примероците од Т₁ до Т₁₀ од испитуваните мостри на води земени во 2010 година

Table 13 - Results of determination of pH value, temperature, electrical conductivity and total dissolved substances in the samples from T₁ to T₁₀ of the tested water samples taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/Parameter			
	pH	t°C	Електрична спроводливост Electrical conductivity EC/μS	Вкупно растворени материи Total dissolved substances (TDS) mg/l
T ₁ - Свиња река	4,50	14,5	712	350
T ₁ ' - Свиња река	4,70	14,0	712	375
T ₂ - Козја река	4,50	14,0	730	360
T ₂ ' - Козја река	4,50	14,0	730	300
T ₃ - Црвена Река	6,75	14,0	640	327
T ₃ ' - Црвена Река	6,05	14,0	640	400
T ₄ – прелив од хидројаловиште	9,75	14,5	635	425
T ₄ ' – прелив од хидројаловиште	9,55	14,5	635	417
T ₅ - под хидројаловиште	9,00	15,5	645	465
T ₅ ' - под хидројаловиште	7,98	14,7	595	480
T ₆ - Моштица	8,50	15,5	371	400
T ₆ ' - Моштица	7,90	15,0	675	420
T ₇ - кота 565 под Терзиски чукар	8,20	15,0	390	408
T ₇ ' - кота 565 под Терзиски чукар	7,92	15,5	556	400
T ₈ - влив во Езеро Калиманци	8,25	15,9	338	490
T ₈ ' - влив во Езеро Калиманци	7,90	15,6	512	395
T ₉ - Езеро Калиманци	8,15	15,9	580	290
T ₉ ' - Езеро Калиманци	7,40	15,7	510	300
T ₁₀ - Езеро Калиманци	7,80	16,1	515	260
T ₁₀ ' - Езеро Калиманци	7,38	15,8	530	265
Максимално дозволени вредности или концентрации The maximum permitted values or concentrations *				
I Класа	6,5-8,5			
II Класа	6,3-6,5			
III Класа	6,0-6,3			
IV Класа	5,3-6,0			
V Класа	<5,3			
Метода	Потенциометриска		Кондукто- метриска	Кондукто- метриска

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Табела 14 - Резултати од определувањето на рН вредноста, температурата, електрична спроводливост и вкупно растворени материи во примероците од T₁₀ до T₂₀ од испитуваните мостри на води земени во 2010 година

Table 14 - Results of determination of pH value, temperature, electrical conductivity and total dissolved substances in the samples from T₁₀ to T₂₀ of the tested water samples taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/Parameter			
	pH	t°C	Електрична спроводливост Electrical conductivity EC/µS	Вкупно растворени материи Total dissolved substances (TDS) mg/l
T ₁₁ - под Езеро Калиманци	7,80	16,5	520	400
T _{11'} - под Езеро Калиманци	7,75	16,2	228	270
T ₁₂ - Истибања	7,95	16,9	435	360
T _{12'} - Истибања	7,80	17,2	230	270
T ₁₃ - околина Грдовци	7,50	16,8	440	450
T _{13'} - околина Грдовци	7,60	20,0	395	300
T ₁₄ - с. Чифлик	7,55	17,3	650	500
T _{14'} - с. Чифлик	7,65	20,0	396	330
T ₁₅ - с. Долни Балван	7,60	17,8	700	350
T _{15'} - с. Долни Балван	7,70	21,0	460	350
T ₁₆ - под Штип	7,55	17,9	750	350
T _{16'} - под Штип	7,70	22,0	480	370
T ₁₇ - с. Доброшани	7,50	17,9	760	350
T _{17'} - с. Доброшани	7,80	22,0	505	370
T ₁₈ - по течение на река Брегалница	7,55	18,0	700	395
T _{18'} - по течение на река Брегалница	7,70	22,5	510	405
T ₁₉ - по течение на река Брегалница	7,30	18,1	555	350
T _{19'} - по течение на река Брегалница	7,63	22,5	510	370
T ₂₀ - Убого – влив во Вардар	7,25	18,0	550	330
T _{20'} - Убого – влив во Вардар	7,45	22,0	515	385
Максимално дозволени вредности или концентрации The maximum permitted values or concentrations *				
I Класа	6,5-8,5			
II Класа	6,3-6,5			
III Класа	6,0-6,3			
IV Класа	5,3-6,0			
V Класа	<5,3			
Метода	Потенциометриска		Кондукто-метриска	Кондукто-метриска

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Табела 15 - Резултати од определувањето на тешките метали во примероците од T₁ до T₄ од испитуваните мостри на води земени во 2010 година

Table 15 - Results of determination of heavy metals in samples from T₁ to T₄ of the tested samples of water taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/ Parameter												
	Сув остаток од нефилтрирана вода The dry residue of unstrained water				Тешки метали/Heavy metals mg/l								
	Нефилтриран примерок Unfiltered simple	Филтриран примерок Filtered sample	Суспендирани честички Suspended particles	Растворен Dissolved O ₂ /mg l ⁻¹	As	Mn	Fe	Cr	Zn	Cu	Pb	Co	Cd
T ₁ - Свиња река	139	150	50	6,2	<0,01	5,53	0,50	0,01	6,60	1,05	1,10	0,08	0,03
T ₁ ' - Свиња река	150	115	50	6,5	<0,01	5,00	0,40	0,01	6,95	1,05	1,15	0,10	0,03
T ₂ - Козја река	420	470	50	6,0	0,04	5,90	0,15	0,01	8,45	1,05	0,90	0,12	0,03
T ₂ ' - Козја река	370	375	50	6,5	0,04	4,95	0,15	0,01	7,85	1,05	0,95	0,12	0,03
T ₃ - Црвена Река	50	60	20	5,5	0,04	3,95	0,10	0,01	3,85	0,15	0,50	0,08	0,02
T ₃ ' - Црвена Река	100	100	50	5,5	0,04	4,05	0,12	0,01	4,55	0,12	0,58	0,10	0,02
T ₄ – прелив од хидројаловиште	620	620	20	4,5	0,03	2,66	0,07	0,01	6,00	0,05	0,15	0,06	0,02
T ₄ ' – прелив од хидројаловиште	520	320	50	6,5	0,03	2,90	0,07	0,01	5,05	0,05	0,15	0,05	0,02
Максимално дозволени вредности или концентрации / The maximum permitted values or concentrations*													
I Класа		350 500	<10	>8,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
II Класа		500 800	10 30	7,99-6,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
III Класа		800 1000	30 60	5,99-4,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
IV Класа		1000 1500	60 100	3,99-2,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
V Класа		>1500	>100	<3,00	>0,05	>1	>1	>0,1	>0,2	>0,05	>0,03	>2	>0,01
Метода	Гравиметриска	Гравиметриска	Гравиметриска	Спектрофотометриска	ICP-AES и ICP-MS								

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Табела 16 - Резултати од определувањето на тешките метали во примероците од T₅ до T₈ од испитуваните мостри на води земени во 2010 година

Table 16 - Results of determination of heavy metals in samples from T₅ to T₈ of the tested samples of water taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/ Parameter												
	Сув остаток од нефилтрирана вода The dry residue of unstrained water mg/l				Тешки метали/Heavy metals mg/l								
	Нефилтриран примерок Unfiltered sample	Филтриран примерок Filtered sample	Суспендирани честички Suspended particles	Растворен Dissolved O ₂ /mg l ⁻¹	As	Mn	Fe	Cr	Zn	Cu	Pb	Co	Cd
T ₅ - под хидројаловиште	370	600	50	6,2	0,03	3,05	0,05	0,01	0,10	0,02	0,05	0,05	0,02
T ₅ ' - под хидројаловиште	550	350	10	6,0	0,01	3,87	0,07	0,01	1,23	0,02	0,01	0,01	0,01
T ₆ - Моштица	480	505	50	6,2	0,02	3,00	0,05	0,01	0,15	0,02	0,05	0,04	0,02
T ₆ ' - Моштица	550	350	30	6,0	0,01	5,40	0,09	0,01	2,64	0,02	0,01	0,01	0,01
T ₇ - кота 565 под Терзиски чукар	490	420	70	5,5	0,02	2,30	0,05	0,01	1,30	0,02	0,04	0,03	0,01
T ₇ ' - кота 565 под Терзиски чукар	490	380	50	5,5	0,01	2,30	0,06	0,01	1,33	0,01	0,06	0,01	0,01
T ₈ - влив во Езеро Калиманци	385	400	70	5,5	0,02	2,25	0,02	0,01	1,35	0,02	0,02	0,02	0,01
T ₈ ' - влив во Езеро Калиманци	400	400	60	5,5	0,01	1,70	0,11	0,01	0,98	0,01	0,01	0,01	0,01
Максимално дозволени вредности или концентрации / The maximum permitted values or concentrations*													
I Класа		350 500	<10 30	>8,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
II Класа		500 800	10 30	7,99-6,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
III Класа		800 1000	30 60	5,99-4,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
IV Класа		1000 1500	60 100	3,99-2,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
V Класа		>1500	>100	<3,00	>0,05	>1	>1	>0,1	>0,2	>0,05	>0,03	>2	>0,01
Метода	Гравиметриска	Гравиметриска	Гравиметриска	Спектрофотометриска	ICP-AES и ICP-MS								

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Табела 17 - Резултати од определувањето на тешките метали во примероците од T₉ до T₁₂ од испитуваните мостри на води земено во 2010 година

Table 17 - Results of determination of heavy metals in samples from T₉ to T₁₂ of the tested samples of water taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/ Parameter												
	Сув остаток од нефилтрирана вода The dry residue of unstrained water mg/l				Тешки метали/Heavy metals mg/l								
	Нефилтриран примерок Unfiltered simple	Филтриран примерок Filtered sample	Суспендирани честички Suspended particles	Растворен Dissolved O ₂ /mg l ⁻¹	As	Mn	Fe	Cr	Zn	Cu	Pb	Co	Cd
T ₉ - Езеро Калиманци	440	410	70	5,4	0,02	1,70	0,02	0,01	1,50	0,02	0,04	0,02	0,01
T ₉ ' - Езеро Калиманци	440	400	50	5,5	0,01	0,09	0,07	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01
T ₁₀ - Езеро Калиманци	400	600	30	5,7	0,01	0,80	0,02	0,02	0,10	0,02	0,04	0,02	0,01
T ₁₀ ' - Езеро Калиманци	450	500	50	6,0	0,02	0,10	0,08	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01
T ₁₁ - под Езеро Калиманци	600	785	35	5,7	0,02	0,55	0,02	0,01	0,10	0,02	0,03	0,01	0,02
T ₁₁ ' - под Езеро Калиманци	600	615	15	6,0	0,01	0,03	0,02	0,01	0,06	0,01	0,03	0,01	0,02
T ₁₂ - Истибања	620	700	20	5,5	0,01	0,45	0,03	0,01	0,09	0,01	0,02	0,01	0,01
T ₁₂ ' - Истибања	600	600	20	5,5	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Максимално дозволени вредности или концентрации / The maximum permitted values or concentrations*													
I Класа		350 500	<10	>8,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
II Класа		500 800	10 30	7,99-6,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
III Класа		800 1000	30 60	5,99-4,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
IV Класа		1000 1500	60 100	3,99-2,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
V Класа		>1500	>100	<3,00	>0,05	>1	>1	>0,1	>0,2	>0,05	>0,03	>2	>0,01
Метода	Гравиметриска	Гравиметриска	Гравиметриска	Спектрофотометриска	ICP-AES и ICP-MS								

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Табела 18 - Резултати од определувањето на тешките метали во примероците од T₁₃ до T₁₆ од испитуваните мостри на води земено во 2010 година

Table 18 - Results of determination of heavy metals in samples from T₁₃ to T₁₆ of the tested samples of water taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/ Parameter												
	Сув остаток од нефилтрирана вода The dry residue of unstrained water mg/l				Тешки метали/Heavy metals mg/l								
	Нефилтриран примерок Unfiltered simple	Филтриран примерок Filtered sample	Суспендирани честички Suspended particles	Растворен Dissolved O ₂ /mg l ⁻¹	As	Mn	Fe	Cr	Zn	Cu	Pb	Co	Cd
T ₁₃ - околина Грдовци	740	735	35	4,7	0,01	0,40	0,03	0,02	0,10	0,02	0,02	0,01	0,01
T ₁₃ ' - околина Грдовци	650	700	25	4,5	0,01	1,13	0,26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T ₁₄ - с. Чифлик	850	800	40	4,4	0,01	0,50	0,03	0,02	0,60	0,01	0,02	0,01	0,01
T ₁₄ ' - с. Чифлик	650	710	40	4,4	0,01	0,58	0,45	0,01	0,13	0,05	0,02	0,01	0,01
T ₁₅ - с. Долни Балван	580	505	80	4,4	0,01	0,45	0,01	0,01	0,50	0,01	0,02	0,01	0,01
T ₁₅ ' - с. Долни Балван	580	700	70	4,4	0,01	0,35	0,15	0,01	0,04	0,01	0,06	0,01	0,01
T ₁₆ - под Штип	550	555	75	4,4	0,01	0,35	0,01	0,01	0,40	0,01	0,02	0,01	0,01
T ₁₆ ' - под Штип	550	610	75	4,4	0,01	0,06	0,12	0,01	0,12	0,03	0,03	0,01	0,01
Максимално дозволени вредности или концентрации / The maximum permitted values or concentrations*													
I Класа		350 500	<10	>8,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
II Класа		500 800	10 30	7,99-6,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
III Класа		800 1000	30 60	5,99-4,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
IV Класа		1000 1500	60 100	3,99-2,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
V Класа		>1500	>100	<3,00	>0,05	>1	>1	>0,1	>0,2	>0,05	>0,03	>2	>0,01
Метода	Гравиметриска	Гравиметриска	Гравиметриска	Спектрофотометриска	ICP-AES и ICP-MS								

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Табела 19 - Резултати од определувањето на тешките метали во примероците од T₁₇ до T₂₀ од испитуваните мостри на води земено во 2010 година

Table 19 - Results of determination of heavy metals in samples from T₁₇ to T₂₀ of the tested samples of water taken in 2010

Мерно место Measure place	Параметар/ Parameter												
	Сув остаток од нефилтрирана вода The dry residue of unstrained water mg/l				Тешки метали/Heavy metals mg/l								
	Нефилтриран примерок Unfiltered sample	Филтриран примерок Filtered sample	Суспендирани честички Suspended particles	Растворен Dissolved O ₂ /mg l ⁻¹	As	Mn	Fe	Cr	Zn	Cu	Pb	Co	Cd
T ₁₇ - с. Доброшани	550	600	65	4,4	0,01	0,35	0,01	0,01	0,40	0,01	0,02	0,01	0,01
T _{17'} - с. Доброшани	550	600	65	4,4	0,07	0,12	0,09	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01
T ₁₈ - по течение на река Брегалница	550	585	55	4,2	0,01	0,35	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
T _{18'} - по течение на река Брегалница	550	610	55	4,2	0,11	0,12	0,12	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01
T ₁₉ - по течение на река Брегалница	555	500	65	4,3	0,01	0,35	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
T _{19'} - по течение на река Брегалница	550	600	65	4,3	0,02	0,12	0,10	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
T ₂₀ - Убого – влив во Вардар	550	575	65	4,2	0,01	0,40	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
T _{20'} - Убого – влив во Вардар	550	575	65	4,3	0,01	0,12	0,11	0,01	0,03	0,02	0,04	0,01	0,01
Максимално дозволени вредности или концентрации / The maximum permitted values or concentrations*													
I Класа		350 500	<10	>8,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
II Класа		500 800	10 30	7,99-6,00	0,03	0,05	0,3	0,05	0,1	0,01	0,01	0,1	0,001
III Класа		800 1000	30 60	5,99-4,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
IV Класа		1000 1500	60 100	3,99-2,00	0,05	1	1	0,1	0,2	0,05	0,03	2	0,01
V Класа		>1500	>100	<3,00	>0,05	>1	>1	>0,1	>0,2	>0,05	>0,03	>2	>0,01
Метода	Гравиметриска	Гравиметриска	Гравиметриска	Спектрофотометриска	ICP-AES и ICP-MS								

* Уредба за класификација на води; Службен весник на Р. Македонија; 31.03.1999

Според добиените резултати за концентрацијата на арсен, манган, железо, хром, цинк, бакар, олово, кобалт и кадмиум во мострите од испитуваните води може да се заклучи дека водите кои поминуваат или потекнуваат од околината на рудникот Саса имаат висока концентрација на одредени тешки метали кои се застапени во рудата и депонираната јаловина. Тоа пред сè, се однесува на концентрацијата на манган, цинк, олово, кадмиум и бакар. Овие метали најмногу се застапени во водите во близината на хидројаловиштето сè до селото Моштица. Во оваа област концентрацијата на кадмиумот се движи од 0,02 mg/l до 0,03 mg/l наспроти максималната дозволена вредност од 0,01 mg/l. Максималната дозволена вредност за оловото е 0,03 mg/l, додека во оваа област се движи од 0,05 mg/l до 1,15 mg/l. Многу е поголема и вредноста за цинкот и се движи во границите од 2,6 mg/l до 8,45 mg/l, а МДК е 0,2 mg/l. Истото се случува и со манганот кој се движи од 3 mg/l до 5,9 mg/l, а МДК е 1 mg/l. Бакарот се движи од 0,05 mg/l до 1,05 mg/l, а МДК е 0,05 mg/l. Одејќи кон вливот во Езерото Калиманци концентрацијата на овие метали се намалува, а на самиот излез од езерото станува збор за веќе почиста вода.

По течението на р. Брегалница се до с. Убого (вливот во р. Вардар), водата може да се класифицира дури и во II класа. Исклучок има во околината на Штип, односно од с. Чифлик, па до с. Доброшани, каде што се појавува повторно зголемување на концентрацијата на цинкот. Тоа е само периодично, бидејќи повисока концентрација на цинк во оваа област има само при првото земање на мостри, додека при второто земање и во оваа област е забележана прилично чиста вода.

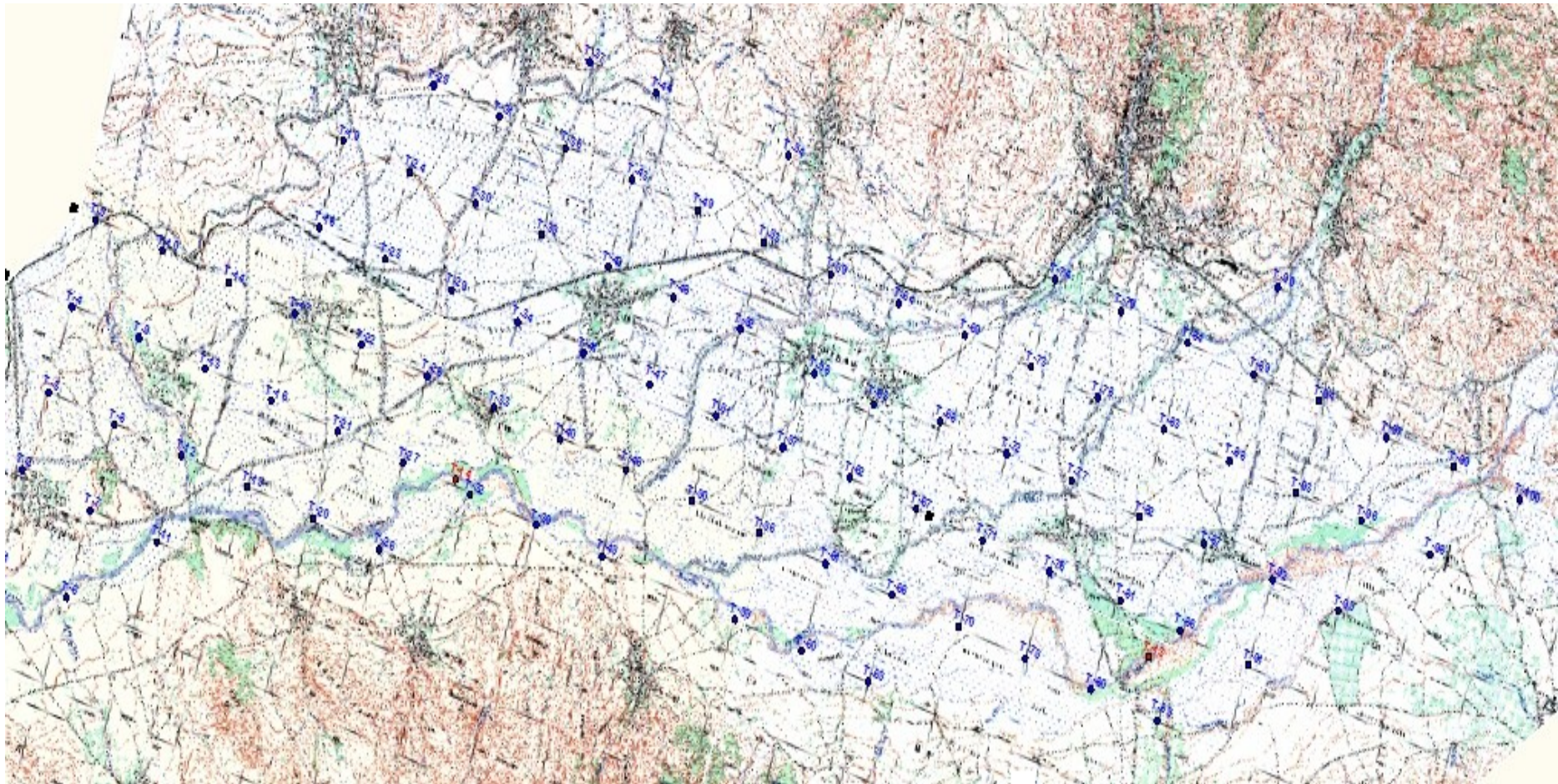
Фактот дека водата е доста загадена до вливот во Езерото Калиманци, а понатаму, по течението на реката Брегалница, продолжува како почиста вода укажува дека како резултат на отстојувањето на водата во езерото доаѓа до исталожување на тешките метали.

8.2 РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА ПОЧВИТЕ

Мострите од почва се земени од Кочанската котлина како една од најголемите котлини во овој регион која се наводнува од водите на Езерото Калиманци, кое од своја страна претставува природен резервоар на целокупниот антропоген фактор кој досега се случил при експлоатацијата на Pb-Zn полиметални руди од рудникот Саса - Македонска Каменица. Основната идеја на собирањето и обработката на овие мостри од почви беше да се определи можното антропогено влијание на водите од системот за наводнување Калиманци врз почвите од реонот на Кочанската котлина.

Сите мостри се земени според методот за мрежно земање на мостри со дефинирање на мрежа преку GPS дефинирани положби на точките за земање на мостри (Сл. 19), со стандардна постапка за земање на мостри од почви со мешање на пет точки. Земањето на мостри е извршено со лопата. Во поглавјето 5 подетално се опишани методите кои се применувани за земањето на мострите и начинот на кој се земени истите.

Добиените резултати за испитуваните почви се прикажани во табелите 20, 21, 22, 23 и 24.



Слика 19 - Мрежа од сто точки за испитување на почвите
Figure 19 - Grid with hundred point for soil analysis

Табела 20 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₁ до T₂₀ од испитуваните почви земени во 2010 година

Table 20 – Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₁ to T₂₀ of the tested soils taken in 2010

Елемент / Element	Fe	Mn	Zn	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Co	Cd
Единица / Unit	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)			200	100	30	100	70	100	50	3
T ₁	4,15	0,12	123	68	15	52	25	37	15	<0,5
T ₂ - Крупиште	4,71	0,29	630	1076	45	43	17	83	14	3
T ₃	5,40	1,05	1986	1319	77	44	15	119	15	11
T ₄	4,30	0,27	689	351	11	45	15	55	17	3
T ₅	5,39	0,70	1404	1151	78	41	14	102	17	8
T ₆	3,97	0,18	372	297	21	46	18	52	14	2
T ₇	4,39	0,18	424	433	31	51	13	68	16	3
T ₈	4,75	0,57	1128	704	38	45	40	86	17	6
T ₉ - Уларци	5,45	0,92	1726	977	42	40	10	112	16	9
T ₁₀	5,62	0,82	1403	1168	75	46	13	122	17	8
T ₁₁	4,95	0,15	333	359	36	45	8	63	16	1
T ₁₂	4,20	0,22	420	355	62	46	6	71	17	2
T ₁₃ - Уларци	5,00	0,11	133	31	62	87	13	40	18	<0,5
T ₁₄	5,95	0,14	184	53	26	118	41	49	17	<0,5
T ₁₅	4,22	0,25	356	14	17	46	9	65	16	2
T ₁₆	4,42	0,26	524	457	48	45	10	63	17	3
T ₁₇ - Чешиново	4,22	0,10	104	34	40	67	19	35	17	<0,5
T ₁₈	4,14	0,55	107	36	13	50	27	25	12	1
T ₁₉ - Соколарци	4,42	0,14	97	42	30	62	19	29	17	<0,5
T ₂₀	4,19	0,13	146	86	2	72	13	32	19	1

Табела 21 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₂₁ до T₄₀ од испитуваните почви земени во 2010 година

Table 21 - Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₂₁ to T₄₀ of the tested soils taken in 2010

Елемент / Element	Fe	Mn	Zn	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Co	Cd
Единица / Unit	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)			200	100	30	100	70	100	50	3
T ₂₁	3,80	0,11	109	29	36	67	32	28	16	<0,5
T ₂₂	4,13	0,10	144	72	14	67	10	31	16	<0,5
T ₂₃ – ж. ст. Соколарци	2,42	0,08	92	13	9	55	32	36	11	<0,5
T ₂₄	4,69	0,28	110	37	42	61	25	32	13	<0,5
T ₂₅	4,54	0,09	109	67	9	43	18	40	17	<0,5
T ₂₆	5,11	0,74	1248	892	44	34	10	86	15	7
T ₂₇	3,99	0,08	99	17	21	38	13	36	16	<0,5
T ₂₈	3,99	0,07	107	31	38	74	3	24	13	<0,5
T ₂₉	4,42	0,29	108	39	30	66	2	29	13	<0,5
T ₃₀	4,01	0,15	96	45	17	51	15	30	16	<0,5
T ₃₁ - Спанчево	3,97	0,12	99	66	53	39	13	41	18	<0,5
T ₃₂	4,05	0,14	80	36	<2	60	8	24	18	<0,5
T ₃₃ - Чифлик	4,56	0,10	135	39	14	103	39	37	18	<0,5
T ₃₄	4,87	0,28	125	29	5	98	60	41	18	<0,5
T ₃₅	4,75	0,25	110	39	21	95	46	42	18	<0,5
T ₃₆	4,54	0,19	143	40	99	80	40	41	18	<0,5
T ₃₇ – меѓу Спанчево и Бања	4,64	0,25	109	36	11	81	34	43	18	<0,5
T ₃₈ – меѓу Спанчево и Бања	4,42	0,23	115	35	40	78	35	40	17	<0,5
T ₃₉	4,55	0,07	102	65	24	1403	160	67	27	<0,5
T ₄₀	5,06	0,10	136	28	9	107	31	37	19	<0,5

Табела 22 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₄₁ до T₆₀ од испитуваните почви земени во 2010 година

Table 22 - Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₄₁ to T₆₀ of the tested soils taken in 2010

Елемент / Element	Fe	Mn	Zn	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Co	Cd
Единица / Unit	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)			200	100	30	100	70	100	50	3
T ₄₁ - Облешево	4,74	0,26	136	45	15	89	44	42	18	<0,5
T ₄₂ - Облешево	4,93	0,26	112	33	7	90	46	44	15	<0,5
T ₄₃	4,60	0,22	145	38	2	74	25	37	18	<0,5
T ₄₄ - Бања	4,94	0,26	121	43	26	91	28	45	21	<0,5
T ₄₅	3,82	0,10	100	34	12	63	31	28	14	<0,5
T ₄₆	3,61	0,07	77	23	<2	66	22	21	16	<0,5
T ₄₇	4,62	0,22	133	40	<2	94	36	50	18	<0,5
T ₄₈	4,82	0,22	115	34	3	101	54	43	18	<0,5
T ₄₉	4,97	0,21	123	43	49	81	35	44	18	<0,5
T ₅₀	4,90	0,08	128	27	11	117	28	37	21	<0,5
T ₅₁	5,39	0,09	121	19	12	109	42	33	23	<0,5
T ₅₂	5,52	0,13	120	29	5	107	28	36	19	<0,5
T ₅₃	5,68	0,10	123	25	21	115	31	37	21	<0,5
T ₅₄ - Тркање	5,33	0,08	116	25	25	93	16	32	26	<0,5
T ₅₅	5,16	0,12	114	31	11	84	13	32	14	<0,5
T ₅₆	6,96	0,15	101	30	5	95	17	31	14	<0,5
T ₅₇	6,76	0,16	108	18	54	149	28	37	18	<0,5
T ₅₈ – Д. Подлог	7,45	0,15	148	31	33	137	28	37	17	<0,5
T ₅₉	4,82	0,14	138	61	11	84	39	39	20	<0,5
T ₆₀	5,19	0,10	120	15	25	151	14	38	19	<0,5

Табела 23 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₆₁ до T₈₀ од испитуваните почви земени во 2010 година

Table 23 - Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₆₁ to T₈₀ of the tested soils taken in 2010

Елемент / Element	Fe	Mn	Zn	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Co	Cd
Единица / Unit	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)			200	100	30	100	70	100	50	3
T ₆₁ - Мојанци	4,16	0,06	131	28	18	117	21	46	20	<0,5
T ₆₂ - Мојанци	5,69	0,12	144	33	11	106	32	44	21	<0,5
T ₆₃ – Г. Подлог	5,62	0,13	147	27	19	124	27	36	21	<0,5
T ₆₄	4,93	0,08	104	20	11	99	23	32	22	<0,5
T ₆₅	4,57	0,08	123	26	13	85	29	35	16	<0,5
T ₆₆	4,50	0,09	238	28	53	82	37	40	15	1
T ₆₇	4,61	0,12	163	41	30	91	23	49	18	<0,5
T ₆₈	5,19	0,11	133	34	5	104	42	43	19	<0,5
T ₆₉	5,18	0,07	137	26	4	122	29	55	21	<0,5
T ₇₀	4,69	0,07	135	33	24	92	29	37	14	1
T ₇₁	4,63	0,09	129	33	45	88	23	36	14	<0,5
T ₇₂	4,63	0,07	100	22	11	78	36	35	15	<0,5
T ₇₃	5,67	0,08	151	27	34	119	29	50	17	<0,5
T ₇₄	4,75	0,06	133	27	53	103	30	41	15	<0,5
T ₇₅	4,78	0,11	148	38	35	98	35	49	14	<0,5
T ₇₆ - Грдовци	3,89	0,05	126	35	29	95	52	35	18	<0,5
T ₇₇ - Грдовци	4,79	0,07	155	46	28	90	32	40	19	<0,5
T ₇₈	4,50	0,08	267	43	19	99	46	65	14	1
T ₇₉	4,79	0,08	245	41	58	91	32	61	14	1
T ₈₀	5,18	0,10	151	38	25	90	34	39	15	<0,5

Табела 24 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₈₁ до T₁₀₀ од испитуваните почви земени во 2010 година

Table 24 - Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₈₁ to T₁₀₀ of the tested soils taken in 2010

Елемент / Element	Fe	Mn	Zn	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Co	Cd
Единица / Unit	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)			200	100	30	100	70	100	50	3
T ₈₁	3,97	0,07	103	27	36	69	24	34	16	1
T ₈₂	3,89	0,05	122	30	8	96	31	42	16	<0,5
T ₈₃	4,55	0,06	149	29	<2	100	25	51	18	<0,5
T ₈₄	5,61	0,09	148	27	47	104	15	49	16	<0,5
T ₈₅	4,32	0,08	144	34	<2	72	17	37	16	1
T ₈₆	4,37	0,11	123	24	<2	78	36	32	16	<0,5
T ₈₇ - Прибачево	4,62	0,14	140	36	24	84	38	37	17	<0,5
T ₈₈	4,51	0,12	126	37	55	75	13	34	18	<0,5
T ₈₉	4,78	0,10	132	46	32	80	12	33	14	<0,5
T ₉₀ - Оризари	5,29	0,11	145	39	18	81	24	35	14	<0,5
T ₉₁	3,36	0,09	131	58	3	57	12	31	11	<0,5
T ₉₂	3,35	0,09	120	40	29	53	3	33	10	<0,5
T ₉₃	3,48	0,05	108	32	12	61	27	26	11	<0,5
T ₉₄	4,26	0,11	103	34	52	68	17	26	18	<0,5
T ₉₅	5,39	0,13	138	42	61	84	15	37	20	<0,5
T ₉₆	3,95	0,08	161	52	15	74	22	42	15	1
T ₉₇	3,88	0,09	96	35	24	62	10	22	16	<0,5
T ₉₈	4,15	0,11	154	69	2	59	11	35	16	<0,5
T ₉₉	4,50	0,12	128	40	5	68	28	30	17	<0,5
T ₁₀₀	3,97	0,08	96	28	18	63	26	24	17	<0,5

Според добиените резултати од испитувањата за квалитетот на почвите може да се констатира следново:

Резултатите укажуваат на појава на две геохемики асоцијации на елементи кои во суштина имаат различни геохемики афинитети во супергениот циклус на мобилност на елементите. Тоа се следните геохемики асоцијации кои имаат и различен антропоген извор и импакт:

- Асоцијација As, Cd, Cu, Mn, Pb, Zn, која е директно поврзана со антропогениот импакт кој доаѓа со проблемите кои се поврзани со експлоатацијата на Pb-Zn полиметалните руди кои се експлоатираат во реонот на Саса-Македонска Каменица и во реонот на рудниците Злетово.
- Асоцијација Ni, Co, Cr која во основа е дефинирана со самата литологија, односно присутните геолошки формации на овој простор.

Од прикажаните геохемики дистрибуции може да се констатира дека асоцијацијата која е поврзана со антропогениот импакт (As, Cd, Cu, Mn, Pb, Zn) е просторно лоцирана во западните делови од истражуваниот реон во непосредна близина на реката Злетовица, додека во останатиот истражуван реон нема некои битни геохемики натрупувања од кои би можело да се извлечат закономерни дистрибуции. Оваа јасно укажува на фактот дека овие антропогени влијанија се последица на наводнувањата на овие реони со водите од реката Злетовица. Овој антропоген импакт не е последица на водите од Езерото Калиманци туку е последица на влијанијата кои ги имаат рудниците за олово и цинк “Злетово” врз системот на површинските и подзмените води на реката Злетовица. Вредностите за содржината на овие елементи, во најголем број на случаи, далеку ги надминуваат и оние кои се усвоени во Холандија за содржина на тешки метали во седименти и почви за интервентни (инцидентни) случаи. Вредноста на цинкот ја надминува препорачаната максимално дозволена концентрација во Македонија која е 200 mg/kg. Ја надминува дури и интервентната вредност според холандиските дозволени концентрации и во некои точки достигнува дури 1986 mg/kg. Вредноста на оловото достигнува дури до 1319 mg/kg, а препорачаната максимално дозволена концентрација во

Македонија е 100 mg/kg. Арсенот достигнува до 77 mg/kg од препорачаните 30 mg/kg.

Прикажаните геохемиски дистрибуции на асоцијатата Ni, Co, Cr, јасно укажуваат на фактот дека постои многу голема корелација на овие геохемиски дистрибуции со самата геолошка структура на овој простор (голема количина на вулканокластични и пироклсатични материјали како и појава на флишни формации). Овие геохемиски дистрибуции немаат ништо заедничко со водите од системот Калиманци, а со тоа ниту со антропогениот импакт кој доаѓа од флотациските хидројаловишта во реонот на рудникот Саса.

Од извршеното испитување на почвите кои се земени во Кочанската котлина може да се констатира дека сеуште водите од Езерото Калиманци не се контаминирани во онаа мерка која може да го загрози почвениот систем во реонот на Кочанска котлина.

8.3 РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊАТА НА СЕДИМЕНТИТЕ

Мострите од седименти се земени од шеснаесет места почнувајќи од под хидројаловиштето, од Езерото Калиманци, р. Брегалница и се до вливот во р. Вардар (Сл. 18). Седиментите се испитувани со помош на ICP-AES и ICP-MS методата. Подготовката на мострите за анализа е вршена според ISO 11464.

Резултатите за квалитетот на испитуваните седименти се прикажани во табелите 25, 26 и 27.

Табела 25 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₅ до T₉' од испитуваните седименти земени во 2010 година

Table 25 - Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₅ to T₉' of the tested sediments taken in 2010

Елемент/Element	As, mg/kg	Cd, mg/kg	Co, mg/kg	Cr, mg/kg	Cu, mg/kg	Fe, mg/kg	Mn, mg/kg	Ni, mg/kg	Pb, mg/kg	Zn, mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)	30	3	50	100	100			70	100	200
T ₅ - под хидројаловиште	101.0	26.50	<1	28.39	198.6	36612	3461	22.69	2261	3200
T ₅ ' - под хидројаловиште	35.2	20.16	<1	29.23	155.2	32575	2233	21.19	1629	2332
T ₆ - Моштица	78.0	24.60	<1	25.76	299.0	37901	1867	19.97	2403	2252
T ₆ ' - Моштица	91.8	18.53	<1	26.47	163.1	34956	1664	15.64	1349	1774
T ₇ - кота 565 под Терзиски чукар	33.9	18.33	<1	42.74	123.7	32018	1236	23.06	1280	2155
T ₇ ' - кота 565 под Терзиски чукар	<20	15.01	<1	42.95	107.0	30328	1119	20.78	1124	1850
T ₈ - влив во Езеро Калиманци	20.7	13.94	<1	53.45	76.50	35494	1193	22.94	696	1365
T ₈ ' - влив во Езеро Калиманци	27.0	12.82	<1	53.12	73.05	35296	1198	22.23	665	1292
T ₉ - Езеро Калиманци	<20	6.44	<1	39.43	17.28	27121	595	14.16	8.82	94.4
T ₉ ' - Езеро Калиманци	<20	8.37	<1	55.69	27.18	33151	693	29.01	14.16	99.0

Табела 26- Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₁₀ до T₁₅ од испитуваните седименти земени во 2010 година

Table 26- Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₁₀ to T₁₅ of the tested sediments taken in 2010

Елемент/Element	As, mg/kg	Cd, mg/kg	Co, mg/kg	Cr, mg/kg	Cu, mg/kg	Fe, mg/kg	Mn, mg/kg	Ni, mg/kg	Pb, mg/kg	Zn, mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)	30	3	50	100	100			70	100	200
T ₁₀ - Езеро Калиманци	<20	9.00	<1	65.01	34.66	34541	699	36.60	<5	149.1
T _{10'} - Езеро Калиманци	<20	8.94	<1	65.84	34.73	35642	730	30.61	<5	167.3
T ₁₁ - под Езеро Калиманци	<20	7.17	<1	38.26	13.22	25936	619	15.51	<5	91.1
T _{11'} - под Езеро Калиманци	<20	6.49	3,51	38.09	13.56	26766	652	13.42	<5	89.5
T ₁₂ - Истибања	23.5	6.39	<1	44.89	24.87	29303	843	18.39	<5	101.2
T _{12'} - Истибања	<20	8.82	<1	58.29	26.34	34775	956	22.37	<5	112.2
T ₁₃ - околина Грдовци	<20	7.61	1,80	63.58	15.17	21459	790	20.92	<5	60.7
T _{13'} - околина Грдовци	<20	7.10	<1	64.46	15.60	31645	791	21.55	<5	56.0
T ₁₄ - с. Чифлик	<20	9.12	<1	81.67	27.26	32400	823	31.88	<5	101.9
T _{14'} - с. Чифлик	<20	9.31	<1	79.89	26.96	37034	1045	37.36	<5	115.7
T ₁₅ - с. Долни Балван	<20	8.70	<1	73.54	31.03	37707	1275	30.80	32.9	171.3

Табела 27 - Резултати од определувањето на содржината на Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co и Cd во примероците од T₁₅' до T₂₀' од испитуваните седименти земени во 2010 година
 Table 27 - Results of determining the content of Fe, Mn, Zn, Pb, As, Cr, Ni, Cu, Co and Cd in samples from T₁₅' to T₂₀' of the tested sediments taken in 2010

Елемент/Element	As, mg/kg	Cd, mg/kg	Co, mg/kg	Cr, mg/kg	Cu, mg/kg	Fe, mg/kg	Mn, mg/kg	Ni, mg/kg	Pb, mg/kg	Zn, mg/kg
Препорачани МДК (според табела 9) Recommended MAL (by table 9)	30	3	50	100	100			70	100	200
T ₁₅ ' - с. Долни Балван	<20	9.10	<1	69.42	26.97	35539	1407	26.32	12.2	151.4
T ₁₆ ' - под Штип	<20	9.68	<1	69.60	30.63	34618	1843	31.50	33.1	182.8
T ₁₆ ' - под Штип	<20	8.75	<1	68.45	31.06	34479	1869	31.39	37.0	184.0
T ₁₇ ' - с. Доброшани	<20	8.19	<1	68.08	31.98	34793	1915	30.67	59.5	216.1
T ₁₇ ' - с. Доброшани	<20	7.93	<1	69.54	32.53	34109	1755	34.70	38.0	184.2
T ₁₈ ' - по течение на река Брегалница	<20	9.07	<1	64.23	25.93	33944	1073	24.33	18.2	126.1
T ₁₈ ' - по течение на река Брегалница	<20	7.91	<1	59.34	20.90	32799	1062	22.35	19.5	121.7
T ₁₉ ' - по течение на река Брегалница	<20	8.37	<1	34.63	67.80	31477	496	19.47	125.8	414.3
T ₁₉ ' - по течение на река Брегалница	73,2	36.61	<1	58.67	160.6	21158	4857	40.73	1793	1889
T ₂₀ ' - Убого – влив во Вардар	<20	4.39	1,29	26.32	132.2	63618	326	17.76	112.7	256.1
T ₂₀ ' - Убого – влив во Вардар	<20	3.80	1.15	25.30	112.2	58318	280	15.23	100.3	212.2

Според резултатите прикажани во горните табели може да се види дека кадмиумот во сите испитани мостри ја надминува препорачаната максимално дозволена концентрација од 3 mg/kg. Ја надминува и интервентната максимално дозволена концентрација (според Холандија) од 12 mg/kg во горниот тек на Каменичка река каде што достигнува и до 26 mg/kg. Ова е и очекувано поради присуството на кладмиумот во хидројаловиштето на рудникот Саса. Во делот од Езерото Калиманци, па до вливот во р. Вардар концентрацијата на кадмиум се движи во просек од околу 8 mg/kg.

Што се однесува до концентрацијата на кобалт, хром и никел, резултатите се во рамките на препорачаните МДК, додека за арсенот, бакарот, оловото и цинкот се јавуваат отстапувања од препорачаните МДК во горниот тек на Каменичка река и мал дел низводно на река Брегалница.

Од ова може да се заклучи дека седиментите од хидројаловиштето до вливот во Езерото Калиманци се многу загадени и концентрацијата на As, Cd, Cu, Pb и Zn ги надминува дури и интервентните вредности според холандскиот стандард. Седиментите пак од Езерото Калиманци до вливот во р. Вардар не се толку загадени и во некои делови, каде што ги надминуваат препорачаните МДК, не ги надминуваат холандските интервентни вредности.

9. МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Животната средина претставува еден комплексен систем чии составни делови се меѓусебно поврзани и зависни едни од други, така што промените во еден дел може да предизвикаат промени во други делови. Заради тоа, проблемот на заштита на животната средина од штетните влијанија, може да се решава само со интегрален систематски приод. Сите парцијални решенија се само временски и значат импровизации, кои не оддалечуваат од вистинското решение на проблемите.

За да се предвидат мерките за заштита потребно е добро познавање на негативните влијанија кои настануваат при рударската експлоатација. Врз основа на негативните влијанија предвидените мерки за заштита се однесуваат на:

- мерки за заштита на водите;
- мерки за заштита на воздухот;
- мерки за заштита на почвата;

Исто така може да се споменат посебни мерки при изградба на хидројаловиштето, како што е подобрување на стабилноста на хидројаловиштето, како и административните мерки.

9.1 МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ВОДИТЕ

При заштитата на животната средина, потребно е најголемо внимание да се посвети на намалување на загадувањето на водотеците во кои се испушта водата од хидројаловиштето. Во современата пракса, обично се врши рециклирање на што е можно поголемо количество на вода, со што влезот на свежа вода се сведува на минимум и не поминува повеќе од 5%.

Бидејќи рудникот Саса има сопствени извори на свежа вода, нелогично и неекономично би било да се врши враќање на водата од јаловиштето, но за таа

сметка потребно е да се применат други мерки за заштита на водите, како што се:

- во процесот на флотација токсичните реагенси да се заменат со нетоксични или со помалку токсични реагенси;
- одлежување на водата во акумулациското езеро со цел да се изврши распаѓање на содржаните остатоци од применетите флотациски реагенси;
- зачепување на преливниот колектор кога водата не е доволно чиста;
- навремено продолжување на преливниот колектор и дренажната одводна цевка и слично;

Негативно влијание се одразува и на подземните води, но во значително помала мерка. При секое надвишување на браната доаѓа до истекување на дел од водата низ почвата, се до моментот на самозатнување (самохидроизолација). Решавањето на овој проблем би било во контролирана хидроизолација.

Освен овие мерки за заштита на водите препорачливи се и следните третмани за исталожување на тешките метали:

- Хемиско отстранување на тешките метали од отпадната вода

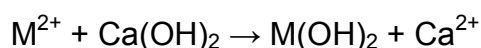
Најчест метод за отстранување на растворените метали е хемиското исталожување следено од гравитационо избистрување.

Хемиското исталожување е мошне доверлива операција секако со примена на соодветен мониторинг и контрола на извршување на задачата.

Ефективноста на исталожувањето зависи од бројни фактори како што се: карактеристиките на отпадната вода, употребените реагенси и вредноста на рН. Често различни промени на рН вредноста, дозирањето на хемикалии или продолжување на реакционото време, може значајно да допринесува во ефикасноста на процесот.

- Хидроксилно исталожување

Ова исталожување е најчест метод на отстранување на металите од отпадните води. Овој процес типично се остварува во неколку фази: се додава алкален реагенс на пр. варовник, хидратантна вар, натриум хидроксид или магнезиум хидроксид, за исталожување на металните јони како метални хидроксида. Оваа реакција на исталожување со употреба на вар е прикажана со следната формула:



каде М е метал.

Процесот на исталожување се одвива за рН помеѓу 8 и 10, во зависност од типот на металот во отпадната вода. Точната вредност на оптимална рН се зема со лабораториски испитувања за најефективно отстранување на металите. Повеќето метални хидроксида имаат оптимална рН вредност (точка на минимална растворливост) на која најефективно се исталожуваат.

За што подобро таложеење на фините хидроксилни честички на дното на таложниците се додаваат коагуланти и флокуланти, обично во секундарен таложник, со споро миксирање на течноста. Овие агенци содржат неорганички соединенија како алуминиум сулфат, фери сулфат и голем комерцијален распон на органички полиелектролити со различни карактеристики за различни отпадни води. Од дното честичките се отстрануваат и депонираат како мил на посебен дел од локацијата каде може да се отстрани водата со повеќе методи на третман на милта. Сулфидното исталожување користи процес и опрема слично на онаа која се користи во хидроксилното исталожување. Главната разлика помеѓу овие два процеси е во реагенсите кои се употребуваат во процесот на третман.

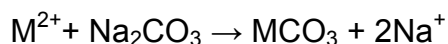
- Останати методи на хемиско исталожување

При сулфидното исталожување се употребуваат или растворливи сулфиди (натриум сулфид) или нерастворливи сулфиди (железо сулфид) како алкални реагенци. Овие реагенци ги таложат металите во вид на метал сулфиди со поголема моќност од хидроксилното таложеење.

Сульфидното таложење може да се прикаже со следната формула:



При карбонатно (јаглородно) исталожување се користи натриум карбонат (пепелна сода), сода бикарбонат или калциум карбонат за формирање на нерстворливи метални карбонати. Реакцијата е прикажана со следната формула:



Ова исталожување е слично со хидроксилното и типично се употребува за отстранување на кадмиум или олово. Карбонатното исталожување оперира на пониска рН и често се употребува во комбинација со хидроксилното исталожување.

Карбонатното исталожување е помалку популарно отколку хидроксилното поради поголемите трошоци и оперативни проблеми како испуштање на CO₂ гас кој создава пена и флотациона мил. Исто така поради поголемата растворливост од хидроксилите, овој процес не е погоден за сите метали.

- Гравитационо исталожување и избистрување

Гравитационата седиментација е најчест метод за отстранување на цврстите честички и избистрување на отпадната вода. Во основа се користат два вида и тоа ламелиран или кружен таложник. Во сепаратно избистрување од различни рударски окна може да се употребат и таложни езерца, додека збирното таложење може да се изврши во горните спомнати таложници.

Основа за пресметка претставува изразот:

$$V = Q \times t$$

каде: V - волуменот на таложницата,

Q - количината на отпадна вода,

t - времето на таложење на бараните честички.





Треба да се спомене дека ламелираните таложници бараат 65 - 80% помала површина од онаа споредена со класичните таложници, дури и при зголемени протоци на отпадната вода. Потребно е регуларно


отстранување на милта заради обезбедување на континуирана работа на таложниците.

- Третирање при појава на кисели отпадни води

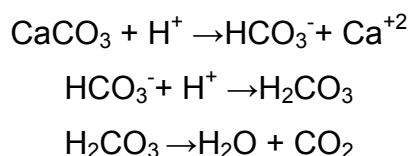
Елиминирањето на отпадните кисели води е сложен и скап процес. Во многу случаи се употребува хидратантна вар, натриум хидроксид, натриум карбонат, кои реагираат со киселата отпадна вода и вршат нејзина неутрализација.

Табела 28 - Најчести алкални хемикалии кои што се користат за неутрализација
Table 28 - Typical alkaline chemicals used in neutralization

Хидратна вар (гасена вар) Slaked lime (hydrated lime, slacklime)		$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Најчесто користен алкален реагенс. Most commonly used alkaline reagent.
Калциум оксид (негасена вар) Quicklime (lime, burnt lime)		CaO	Во однос на грам-еквивалентната тежина, CaO е економски најповолен после $\text{Ca}(\text{OH})_2$. In terms of the gram-equivalent weight, CaO is economically advantageous over $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
Калциум карбонат (варовник) Calcium carbonate (limestone, calcite)		CaCO_3	Резултира со течност со добри седиментациски и дехидрациски карактеристики. Сепак, pH вредноста не може да се зголеми над 7. Resulting slurry has good sedimentation and dehydration characteristics. However, pH cannot increase beyond 7.
Натриум хидроксид Caustic soda (lye)		NaOH	Го има и како течност - лесно е за користење! Но е скап - многу ретко се применува во некои случаи Liquefied chemical available - easy to handle! But expensive - very few applied cases

<p>Магнезиум оксид Magnesium oxide (magnesia)</p>		<p>MgO</p>	<p>Не формира гипс (CaSO₄·2H₂O) – помал е износот на тиња. Резултира со течност со одлични карактеристики на таложење / одводнување. Потребно е долго време за реакцијата, поради слабата растворливост. No Gypsum (CaSO₄·2H₂O) formation - less amount of sludge. Resulting slurry has excellent settling/dewatering characteristics. Long reaction time is required due to low solubility.</p>
---	---	------------	---

Дробен варовник е најчест материјал кој се употребува во оваа намена. Варовникот реагира со киселата вода на следниот начин:



Отворените варовнички канали се важна иновација во третманот на киселите води од рудниците. Каналите се изработуваат од квалитетен варовник низ кои поминува киселата отпадна вода. Резултатите можат да се движат со редукција од 25 до 40% на киселите дренажи, но сепак на повеќето дренажи им е потребен додатен хемиски третман за постигнување на бараните параметри.

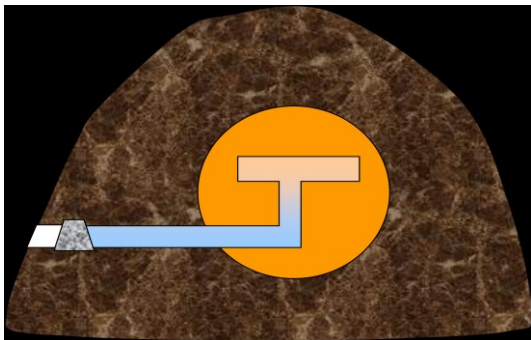
Киселите отпадни води практично е невозможно да се запрат штом започнат реакциите. Може само да се намалат и контролираат или да се спречи нивното создавање.

Методи за заштита од појавата на кисели отпадни води се:

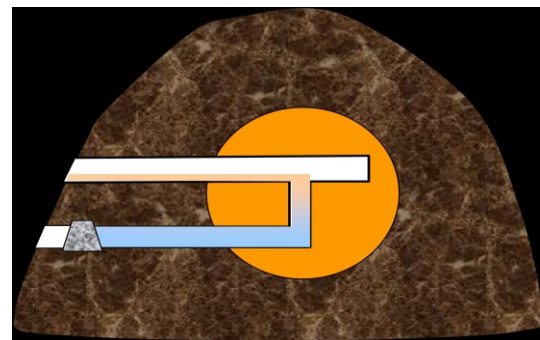
- Основна заштита од киселите отпадни води претставува елиминацијата на контакт помеѓу водата и воздухот со минералите кои произведуваат кисели води.
- Најприменетата метода е девијација на отпадната вода од "киселите" места.

- Друга метода е заштитата од оксидација на киселата дренажа со примена на непропусни мембрани во рударската техника со што ќе се заштити водата од отпадот.
- Примена на мокри полиња за биолошко отстранување на тешките метали и евентуалните кисели води со инкорпорирање во растенијата.
- Затворање на напуштените окна со што ќе се намали можноста од инфилтрирање на отпадни води во површинските текови.

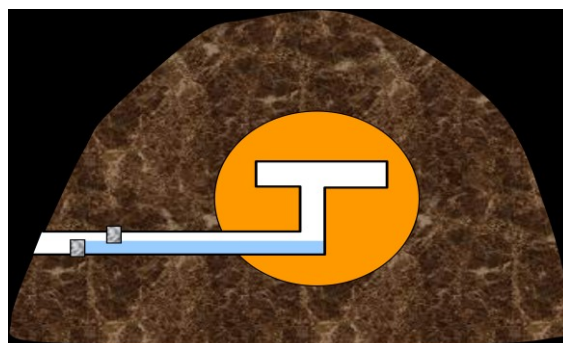
На слики 20, 21 и 22 се покажани неколку методи за затворање на водата во окната. На првата слика е покажана методата без испуштање на вода - Zero discharge type, потоа е методата со преливник - Overflow type и методата со затворање со помош на воздух - Air shut down type.



Слика 20 - Метода без испуштање на вода
Figure 20 - Zero discharge type



Слика 21 - Метода со преливник
Figure 21 - Overflow type



Слика 22 - Метода со затворање со помош на воздух
Figure 22 - Air shut down type

9.2 МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ВОЗДУХОТ

Загадувањето од старите хидрјаловишта е решено и е сведено на минимално ниво со тоа што тие се рекултивирани и на тој начин не претставуваат опасност по загадувањето на воздухот.

Потенцијална опасност по воздухот е новото хидројаловиште, при што извори на загадување се: круната на браната, косините на браната и сувите делови на плажата.

За сувите плажи најекономично решение е контролирањето на нивото на вода во акумулацијата. Додека за круната и косините на браната, можни се неколку практични решенија, од кои едното би било прскање со вода по круната и косините на браната, со користење на прскалки со висок или низок притисок.

Прскалките со низок притисок, работат со притисок по 4 бари, имаат мал димет (15-30m) и мала потрошувачка на вода. Главна предност им е што не бараат вградување на скапи пумпи со висок притисок, а млазот нема сила да ја оштети браната. Недостаток им е тоа што треба да се монтираат многу цевки со што поскапува инвестицијата. За прскање на браните најчесто се користат прскалки со низок притисок.

Можно е комбинирано прскање при што еден дел (најчесто круната) би се прскала со прскалки со низок притисок, додека низводната косина би се прскала со прскалки под висок притисок-водени топови.

Друго решение е прскање со определени супресанти кои создаваат корупки, сврзувајќи ги ситните фракции и оневозможувајќи поголемо кревање на прашина.

9.3 МЕРКИ ЗА ЗАШТИТА НА ПОЧВИТЕ

Земјиштата кои се создаваат од депонираниот флотациски отпадок се нарекуваат флотисоли. Тие поради високата содржина на штетни компоненти и начинот на депонирање, претставуваат широк спектар на потенцијални

проблеми за средината. Тие немаат никаков биотички потенцијал, така што можностите за нивно природно ревитализирање се многу мали.

Како еден дел од флотациската јавина на рудникот Саса се користи за хидрозасип или пополнување на подземните откопи, пожелно би било овој дел да биде што поголем. Така, со хидројаловиштето би се заземало помалку земјиште. За жал, само 10% од флотациската јаловина се користи за пополнување на подземните откопи иако се предвидувало тој дел да изнесува 30%. Иако методата на откопување со пополнување е нешто поскапа од останатите методи, потребно е истата да се применува. Со тоа ќе се постигнат следните позитивни работи:

- ќе се намали можноста за слегнување на теренот над подземните откопни простори;
- ќе се намали површината на земјиште кое е потребно за формирање на хидројаловиштето, а со тоа ќе се намали и штетното влијание на депонијата врз животната средина;

За да не дојде до загадување на околното земјиште потребно е да се применат мерките за заштита на водите и мерките за заштита на воздухот, бидејќи главното загадување на тоа земјиште е преку водите и воздухот.

Со цел да се добие подобар квалитет на земјиштето кое настанало од флотациската јаловина и да се намали неговото штетно влијание, а истовремено да стане погодно за повторно користење, треба да се применат специјални мерки и постапки – рекултивација. Тоа е збир на мерки за рехабилитација на продуктивноста на тлото, како и подобрување на условите на околната средина.

Постои техничка и биолошка рекултивација. Техничката рекултивација претходи на биолошката и во неа се вклучени мерките за подготовка на почвата, отстранување и изолација на штетните материји, како и обнова на плодниот слој. Оваа рекултивација опфаќа:

- грубо и детално планирање на површините;
- порамнување и терасирање на косините на јаловиштето;

- отстранување на последиците од слегнување на јаловиштето;
- противерозивни мерки;
- нанесување на плоден слој;
- комплекс од елиоративни мерки;
- градба на хидротехнички и мелиоративни објекти;

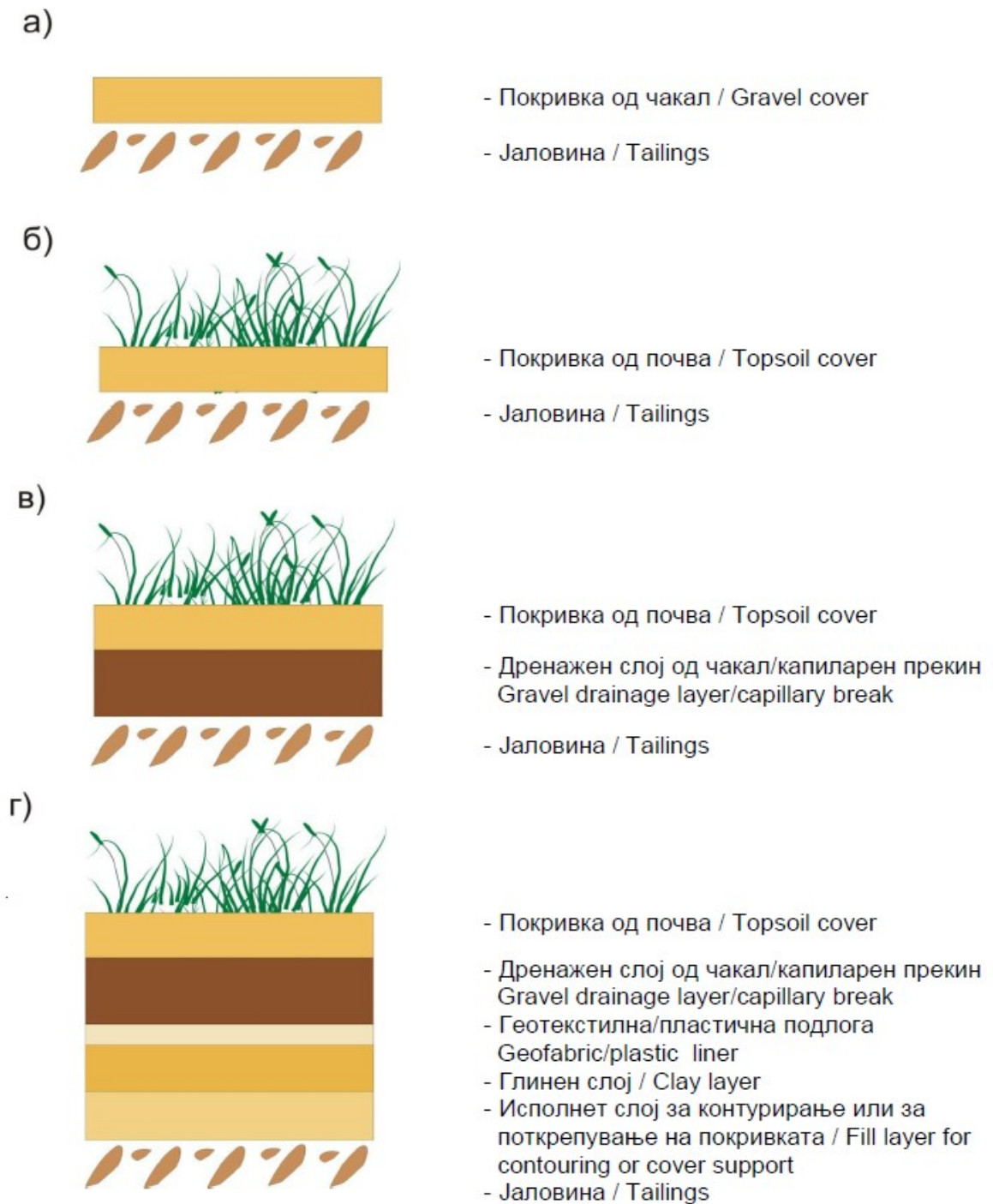
Биолошката рекултивација е продолжување на техничката и претставува надградба во смисол на агробиолошко оспособување на почвата. Основни фактори кои влијаат на успешноста на биолошката рекултивација се:

- конфигурација и положба на јаловиштето;
- карактеристики на јаловиот материјал;
- начинот на користење на околните површини и целите на превземените мерки;
- условите за развиок на растенијата;
- климатски карактеристики на областа;
- успешноста на техничките мерки за рекултивација.

Рекултивацијата на јаловиштето има двојна улога и тоа:

- да го спречи навлегувањето на водата и на кислородот во јаловината
- и да ја спречи ерозијата од ветер и од вода.

Вообичаена стратегија за рехабилитација на јаловината е сувата покривка. Оваа техника се применува за јаловините што се одложени во јаловинските брани или за тие што се одложени во откопаните површински копови. Пред да се започне со сувото поклопување, јаловината треба да се слегне и да се стврдне. Откако јаловината се исуши и се стврдне се градат суви покривки од цврсти материјали присутни во околината. Постојат многубројни идеи за изведба на сувите покривки врз јаловината и тие зависат од месноста (Сл. 23).



Слика 23 – Шематски пресек на кој е прикажан основен нацрт на сува покривка за јаловиштата: а) слој од чакал, б) единечна покривка од почва и зазеленување, в) повеќеслојна покривка од почва и зазеленување и г) површинско реконтурирање, плус повеќеслојна покривка со вградена филтрирачка препрека

Figure 23 – Schematic cross-sections illustrating the principal dry cover design for tailings: a) gravel layer, б) single soil cover and revegetation, в) multilayered soil cover and revegetation and г) surface recontouring plus a multilayered cover incorporating an infiltration barrier

Во сува покривка спаѓа сè, од проста глинена покривка, па до покривки со сложен состав. Вториот вид содржи голем број на слоеви. Еден таков модел може да ја содржи следната низа, од горе надолу:

- Слој од почва или камен – кој ја задржува влагата, служи како подлога за зеленилото и ја спречува ерозијата,
- Грубозрнест слој – кој допушта бочно исцедување на каква било наавлезена вода,
- Набиен глинен слој (дебел најмалку 30 mm) – кој создава празнина со слаба содржина на воздух, ја намалува покривната пропустливост на вода и ја снижува стапката на дифузија на кислородот во јаловината,
- Грубозрнест слој – кој со заштитната покривка го намалува допирот на капиларната отпадна вода и го спречува наталожувањето на вторичните соли врз површината на сувата покривка или близу до неа,
- Набиен слој од разблажувачки материјал, како што е варовникот – кој ја минимизира реактивноста на јаловината со погорните слоеви и го поттикнува создавањето на хемиска покривка.

Материјали што се користат за сувите покривки се: геотекстили, ниско сулфидни јалови карпи, оксидна јаловина, почва, глинеста потпочва.

Во сушни подрачја со малку зеленило најгорниот слој од почвата, кој треба да послужи како подлога за растенијата, може да се замени или со камена покривка или со грубозрнест материјал кој ќе ја намали ерозијата.

Изградбата на покривката треба да ги земе предвид климатските услови на самото место. Зависно од климата што преовладува, сувите покривки се градат:

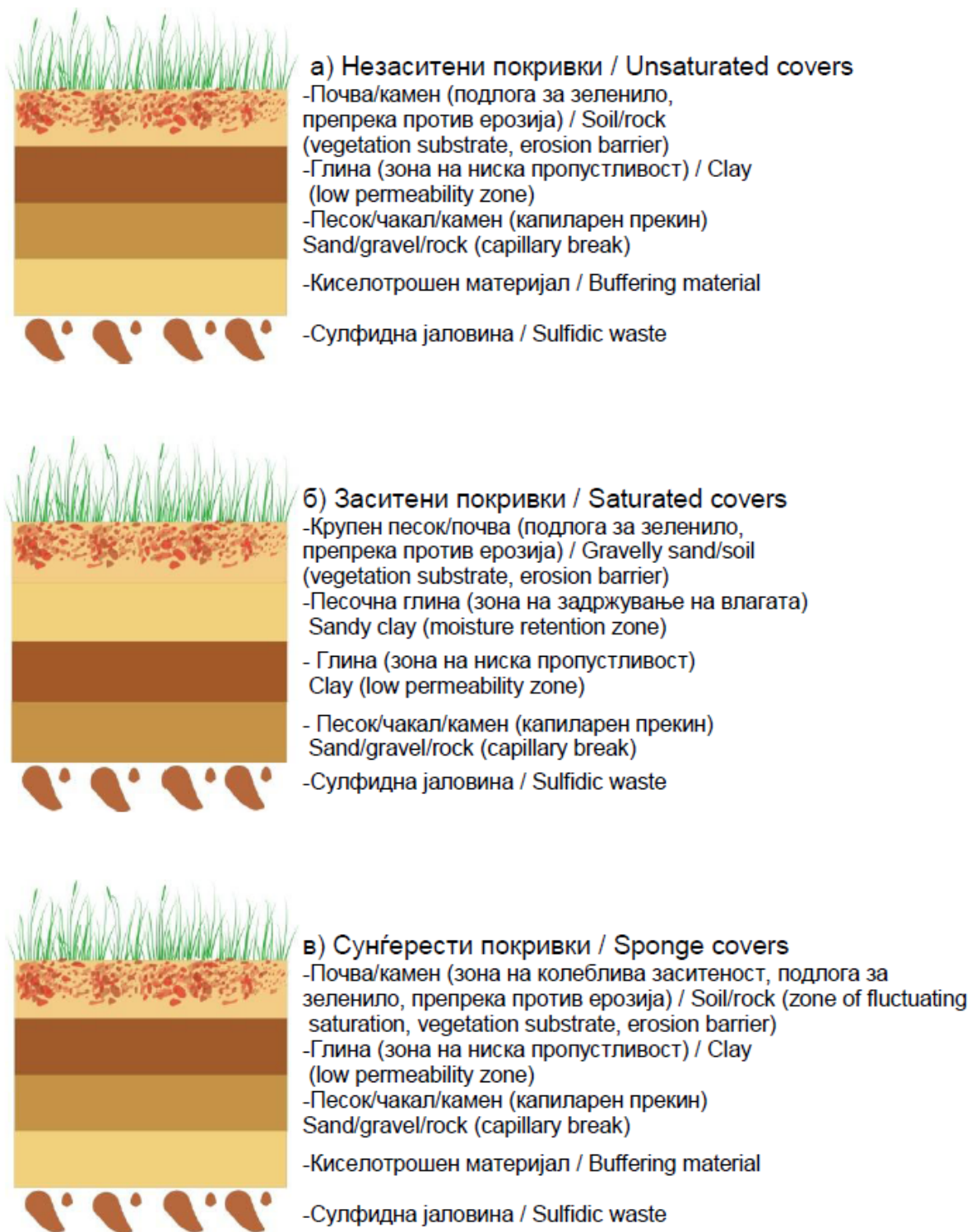
- а) или да го максимизираат слевањето по пат на незаситени покривки,
- б) или да складираат прилично големи количества од продрената вода за долг период по пат на незаситени покривки,
- в) или да складираат прилично големи количества од продрената вода за краток период по пат на сунѓерести покривки.

Во подрачја каде што испарувањето ги надминува врнежите (полусушни до сушни) може да се користат само незаситени суви покривки. Незаситените покривки се состојат од различни геолошки материјали (на пр., речен нанос, почва, оксиден отпад). Содржат набиен ситнозрнест слој или слабопропустлив глинен слој, а може да содржат и капиларен прекин од грубозрнест материјал, како и слој од киселоразблажувачки материјал (Сл. 24 а). Покривките се осмислуваат за максимално да ги слеваат од себе врнежите и да го минимизираат продирањето на водата и дифузијата на кислородот во јаловината. Врз покривката се става растресит слој почва или “добродушен” отпад, кој треба да го поттикне зазеленувањето. Но прилично тенкиот површински слој значи дека дрвјата треба редовно да се отстрануваат за нивните корења да не ја оштетат покривката продирајќи надолу и да допуштат пристап на кислород во сулфидната јаловина.

Кај јаловиштата што се наоѓаат во влажни поднебја, покривките заситени со вода го спречуваат продирањето на кислород до потенцијално киселотворните материјали. Покривката се состои од внимателно наредени слоеви почва и глина, кои ја одржуваат заситеноста на покривката во текот на целата година, при што природните врнежи се тие што ја снабдуваат со потребната вода. Основниот модел се состои од среднозрнест материјал, како што е песочната глина, со средна хидраулична спроводливост, под кој се реди ситнозрнест материјал, како што е глината со ниска хидраулична спроводливост (Сл. 24 б). Слојот песочна глина се става за да ја задржи водата од продрените врнежи и за да служи како резервоар за водата, која ги држи внатрешните шуплини близу до заситеност, т.е. овој слој дејствува како слој за задржување на влагата. Глинестиот слој може да биде набиен или ненабиен. Капиларните сили на вшмукување го спречуваат процедувањето на овој слој со слаба хидраулична пропустливост. Грубозрнестиот слој од камења под глината и на дното од покривката е првиот што се цеди и тој служи како капиларен прекин на придвижувањето на киселите дренажни води, кои се креваат од сулфидниот материјал подолу. Дополнителен грубозрнест слој може да се нареди и врз глинестиот слој за да се намали неговото испарување. На површината се става слој од крупен песок/почва врз зоната со песочна

глина. Почвата не само што служи како подлога за зеленилото, туку и ги штити подолните слоеви од ерозија.

Сунѓерестите покривки или т.н. задржно-отпусни покривки се погодни за клими со јасни сезонски врнежи. Покривките се направени така што ја складираат водата во горните слоеви (Сл. 24 в). Нерамномерната топографија го спречува површинското слевање и поголемиот дел од одливната вода продира во јаловината. Шупливиот и растресит површински слој се заситува со вода во текот на врнежливата сезона. Тогаш тој дејствува како препрека за навлегување на кислородот во подолната сулфидна јаловина. Препреката ја користи слабата растворливост и бавниот пренос на кислородот во водата, и го намалува навлегувањето на кислородот на ист начин како и влажните покривки. Процедувањето на водата во јаловината е ограничено зашто поголемиот дел од водата се губи со испарување. Всушност, зеленилото игра значајна улога во искористувањето и во исцрпувањето на водата од овие покривки. Црпењето на водата од страна на растенијата ја спречува складираната вода да не продере до сулфидната јаловина. Но, доколку дојде до дефект на покривките (продолжени суши или шумски пожари) наредното продирање на водата ќе доведе до значајно долевање и одлевање на водата од јаловината.



Слика 24 – Шематски пресек на сложени модели на сува покривка:
 а) незаситена покривка, б) заситена покривка и в) сунѓереста покривка
 Figure 24 – Schematic cross-sections illustrating complex dry cover:
 а) unsaturated cover, б) saturated cover and в) sponge cover

Старите хидројаловишта на рудникот Саса се рекултивирани на тој начин што прво е засипан земјен материјал од околното земјиште, а потоа е вршено засадување на багреми и сеење на трева. Рекултивацијата е извршена неплански и нестандартно, без да се формираат сите потребни слоеви. Така, багремот воопшто не успеал, а тревата само делумно. За овој терен и климатско подрачје најдобра рекултивација ќе има доколку се нанесат три слоја:

- глинест изолациски слој;
- чакалест дренажен слој;
- плоден хумусен слој;

За новото хидројаловиште, за процесот на рекултивација, најдобро е најпрво да се насипат два слоја (чакал и хумус), а потоа да се врши комбинирана биорекултивација и тоа: засејување со трева на рамниот дел и засадување на багрем на косиот дел, со што ќе се поврати заробеното земјиште, ќе се заштити околното земјиште од аерозагадување и секако ќе се добие простор кој ќе ја разубави планинската панорама.

9.4 МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ВЛИЈАНИЕТО ОД ЈАЛОВИШТАТА

Спречувањето на можните појави од тешки хаварии, е една од најосновните работи на кои треба да се обрне внимание при идното депонирање на јаловинскиот материјал.

Мора да се напомене дека површинската вода од Саска река треба да се настојува да се помести странично од јаловиштето, како не би дошло повторно до несакани конструктивни и друг вид хаварии односно да биде задоволен примарниот проектантски критериум - да се задржи сепарациониот систем на одводнување.

Јаловиштата како конструкција мора да ги задоволат следниве услови:

- Да обезбедат стабилност и сигурност на песочната брана, со сите неопходни пресметки и докажани параметри, верифицирани од реномирани надлежни институции.
- Да има обезбедено функционален дренажен систем во секој момент;
- Да има постојан хидрауличен доток на јаловина;
- Да обезбедува доволно време за потребните физичко-хемиски процеси на таложење на цврстата фаза на дното и разложување на заостанатите флотациски елементи со цел да се испушти избистрена вода во водотеците без да се загади животната средина.
- Да имаат вградени колектори за прием и евакуација на избистрена вода
- Да имаат песочна брана со потребна дебелина и порозност за прием и евакуација на чистата понирачка вода
- Да имаат своја економска оправданост;
- Запазување на проектираната височина на браната;
- Запазување на водниот биланс и заштита од прелевање на браната. Редовни истражни работи;
- Проектирање со особено внимание кон стабилноста на косините на браната;
- Редовна контрола на евакуационите органи;
- Контрола на ерозија;
- Елиминирање на дополнителни натоварувања на затворените јаловишта;
- Изготвување и примена на доследен план за одлагање најјаловината што ќе се произведува во иднина во објектот;
- Примена на комплетен мониторинг за редовните состојби на јаловиштето;
- Изработка на план за делување на евентуални хазардни ситуации кон животната средина;

Локација на јаловиштето треба да ги запази критериумите на минимизирање на влијанието од атмосферските води (а оттука и на истекувањата и влијанијата врз локалните реципиентни води).

Со подобро познавање на сите процеси кои се случуваат во браната, инвеститорот треба да го оневозможи загадувањето на водата под браната и воопшто, загадувањето на животната средина.

Добро изградена песоклива брана е најдобар пречистувач на отпадните води од хидројаловиштето.

За да се оствари таа цел, потребно е песокот од хидроциклоните правилно да се депонира во браната и така да се обезбеди што подолг пат на провирните води на кој пат ќе се извршат физичко хемиските процеси на, нејзино прочистување.

Од особена важност е да се соберат издренираните избистрени води и соодветно на нивната концентрација која ќе се утврди, да се применат третман мерки за нивно доведување во законските дозволени лимити.

9.5 АДМИНИСТРАТИВНИ МЕРКИ

Во современата светска пракса значајно место заземаат 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 н 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.

10. ЗАКЛУЧОК

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

Еден од најсериозните проблеми од еколошки аспект, поврзан со складирањето на флотациската јаловина во јаловиштата е испуштањето на контаминирани води во површинските и подземните текови, при што покомплексен е кај површинските текови.

Во рудник Саса дел од водите од таложното езеро на хидројаловиштето се испуштаат преку преливниот колектор во р. Каменичка, додека дел од водите преку пумпна станица и повратна линија се враќаат во процесот на флотација. Мал дел (филтрациони и процедурни води) се испуштаат во вид на дренажни води. Еден дел од дренажните води се инфилтрира во подземните текови.

Покрај сите мерки за контрола и подобрување на квалитетот на водите од таложното езеро на хидројаловиштето во рудник Саса (избистрување по пат на повеќедневно одлежување, повратна линија за води), во некои периоди можно е испуштање на контаминирани води.

Како резултат на долготрајно испуштање на контаминирани води доаѓа до таложење на штетни материи по страните на коритото и околу него, со што доаѓа до контаминација и на околното земјиште. Значи, водата претставува транспортер на штетни материи.

Заради долготрајното емитирање на штетните материи со водата и воздухот како транспортни медиуми, нивната концентрација во почвата постојано се зголемува, со што доаѓа до глобално деградирање на почвата на

еден голем регион. Тоа е впечатливо по должината на водените текови каде што се испуштаат отпадните води од јаловиштето.

Од загадената почва тешките метали навлегуваат во растенијата и земјоделските култури, предизвикувајќи низа физиолошко-биохемиски пореметувања кај нив.

Токму поради овие причини, со цел да се добие комплетна претстава за состојбата на квалитетот на водите, седиментите и почвите, беа извршени испитувањата опфатени во овој магистерски труд.

Истражувањата за квалитетот на водата опфатија анализа на мостри земени од дваесет мерни места: три мостри над системот на хидројаловиштето по течението на притоците на Каменичка Река, пет мостри по течението на Каменичка Река (рамномерно распоредени до вливот во Езерото Калиманци), две мостри во самото Езеро Калиманци и десет мостри распоредени по течението на реката Брегалница од селото Истибање до вливот на реката Брегалница во реката Вардар.

Резултатите покажаа дека водите кои поминуваат или потекнуваат од околината на рудникот Саса имаат висока концентрација на одредени тешки метали кои се застапени во рудата и депонираната јаловина. Тоа пред сè, се однесува на концентрацијата на манган, цинк, олово, кадмиум и бакар. Овие метали најмногу се застапени во водите во близината на хидројаловиштето сè до селото Моштица. Во оваа област концентрацијата на кадмиумот се движи од 0,02 mg/l до 0,03 mg/l наспроти максималната дозволена вредност од 0,01 mg/l. Максималната дозволена вредност за оловото е 0,03 mg/l, додека во оваа област се движи од 0,05 mg/l до 1,15 mg/l. Многу е поголема и вредноста за цинкот и се движи во границите од 2,6 mg/l до 8,45 mg/l, а МДК е 0,2 mg/l. Истото се случува и со манганот кој се движи од 3 mg/l до 5,9 mg/l, а МДК е 1 mg/l. Бакарот се движи од 0,05 mg/l до 1,05 mg/l, а МДК е 0,05 mg/l. Одејќи кон вливот во Езерото Калиманци концентрацијата на овие метали се намалува, а на самиот излез од езерото станува збор за веќе почиста вода.

По течението на р. Брегалница се до с. Убого (вливот во р. Вардар), водата може да се класифицира дури и во II класа.

Фактот дека водата е доста загадена до вливот во Езерото Калиманци, а понатаму, по течението на реката Брегалница, продолжува како почиста вода укажува дека како резултат на отстојувањето на водата во езерото доаѓа до исталожување на тешките метали.

За согледување на состојбата во поглед на квалитетот на почвата беа земени сто мостри од почва во областа од Јакимовско поле - близу село Истибања, по течението на реката Брегалница сè до село Крупиште.

Резултатите укажуваат на појава на две геохемиски асоцијации на елементи кои во суштина имаат различни геохемиски афинитети во супергениот циклус на мобилност на елементите. Тоа се следните геохемиски асоцијации кои имаат и различен антропоген извор и импакт:

- Асоцијација As, Cd, Cu, Mn, Pb, Zn, која е директно поврзана со антропогениот импакт кој доаѓа со проблемите кои се поврзани со експлоатацијата на Pb-Zn полиметалните руди кои се експлоатираат во реонот на Саса-Македонска Каменица и во реонот на рудниците Злетово.
- Асоцијација Ni, Co, Cr која во основа е дефинирана со самата литологија, односно присутните геолошки формации на овој простор.

Според прикажаните геохемиски дистрибуции може да се констатира дека асоцијацијата која е поврзана со антропогениот импакт (As, Cd, Cu, Mn, Pb, Zn) е просторно лоцирана во западните делови од истражуваниот реон во непосредна близина на реката Злетовица, додека во останатиот истражуван реон нема некои битни геохемиски натрупувања од кои би можело да се извлечат закономерни дистрибуции. Оваа јасно укажува на фактот дека овие антропогени влијанија се последица на наводнувањата на овие реони со водите од реката Злетовица. Овој антропоген импакт не е последица на водите од Езерото Калиманци туку е последица на влијанијата кои ги имаат рудниците за олово и цинк “Злетово” врз системот на површинските и подзмените води на реката Злетовица. Вредностите за содржината на овие елементи, во најголем број на случаи во овој реон, далеку ги надминуваат и оние кои се усвоени во Холандија за содржина на тешки метали во седименти и почви за интервентни (инцидентни) случаи. Вредноста на цинкот ја надминува препорачаната

максимално дозволена концентрација во Македонија која е 200 mg/kg. Ја надминува дури и интервентната вредност според холандските дозволени концентрации и во некои точки достигнува дури 1986 mg/kg. Вредноста на оловото достигнува дури до 1319 mg/kg, а препорачаната максимално дозволена концентрација во Македонија е 100 mg/kg. Арсенот достигнува до 77 mg/kg од препорачаните 30 mg/kg.

Прикажаните геохемиски дистрибуции на асоцијатата Ni, Co, Cr, јасно укажуваат на фактот дека постои многу голема корелација на овие геохемиски дистрибуции со самата геолошка структура на овој простор (голема количина на вулканокластични и пироклсатични материјали како и појава на флишни формации). Овие геохемиски дистрибуции немаат ништо заедничко со водите од системот Калиманци, а со тоа ниту со антропогениот импакт кој доаѓа од флотациските хидројаловишта во реонот на рудникот Саса.

Според тоа може да се констатира дека водите од Езерото Калиманци сеуште не се контаминирани до онаа мерка која може да го загрози почвениот систем во реонот на Кочанската котлина.

Магистарскиот труд опфати и истражувања за проценка на квалитетот на седиментите во околината на хидројаловиштето на рудникот САСА. За таа цел беа земени шеснаесет мостри од седименти според следниот распоред: четири мостри по течението на Каменичка Река (рамномерно распоредени до вливот во Езерото Калиманци), две мостри во самото Езеро Калиманци и десет мостри распоредени по течението на реката Брегалница од селото Истибање до вливот на реката Брегалница во реката Вардар.

Резултатите од анализираните мостри на седименти покажаа дека кадмиумот во сите испитани мостри ја надминува препорачаната максимално дозволена концентрација од 3 mg/kg. Ја надминува и интервентната максимално дозволена концентрација (според Холандија) од 12 mg/kg во горниот тек на Каменичка река каде што достигнува и до 26 mg/kg. Ова е и очекувано поради присуството на кадмиумот во хидројаловиштето на рудникот Саса. Во делот од Езерото Калиманци, па до вливот во р. Вардар концентрацијата на кадмиум се движи во просек од околу 8 mg/kg.

Што се однесува до концентрацијата на кобалт, хром и никел, резултатите се во рамките на препорачаните МДК, додека за арсенот, бакарот, оловото и цинкот се јавуваат отстапувања од препорачаните МДК во горниот тек на Каменичка река и мал дел низводно на река Брегалница.

Според тоа може да се заклучи дека седиментите од хидројаловиштето до вливот во Езерото Калиманци се многу загадени и концентрацијата на As, Cd, Cu, Pb и Zn ги надминува дури и интервентните вредности според холандскиот стандард. Седиментите пак од Езерото Калиманци до вливот во р. Вардар се помалку загадени. Во некои делови, каде што ги надминуваат препорачаните МДК, не ги надминуваат холандските интервентни вредности.

Од сето погоре кажано може да се заклучи дека водите, почвите и седиментите се значително загадени во подрачјето на Македонска Каменица и нејзината блиската околина, но од Езерото Калиманци надолу по течението на р. Брегалница истите се веќе почисти и не претставуваат голем проблем по здравјето на луѓето. По ова испитување на Кочанското поле му се дава зелено светло за искористување на почвата и водата за земјоделие.

Од извршената споредба на резултати од нашите истражувања и резултатите од испитувањата извршени во 2004/2005 година, може да се заклучи дека денес во 2010 година водите, седиментите и почвата се релативно почисти, отколку во 2004/2005 година. Од ова недвосмислено се заклучува дека со воведување на поригорозни мерки за заштита на животната средина се постигнува и поголем успех. Имено, во рудникот за олово и цинк Саса од 2008 година се воведени некои ISO стандарди, меѓу кои и Стандард за управување со животната средина - ISO 14001. Со воведувањето на овој ISO стандард се води поголема грижа и за животната средина. До денес работите и проблемите се надминуваат во добар правец, иако сè уште постојат ризици и можни непредвидливи случаи кои може да направат непотребни проблеми на околината и животната средина.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

Bernd 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

Geoffrey S. Plumlee, Robert A. Morton, Terence P. Boyle, Jack H. Medlin, José A. Centeno (2000), *An Overview of Mining-Related Environmental and Human Health Issues, Marinduque Island, Philippines: Observations from a Joint U.S. Geological Survey – Armed Forces Institute of Pathology Reconnaissance Field Evaluation*, U. S. Geological Survey Open-File Report 00-397, May 12-19, 2000

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

D. Padmalal, K. Maya, K. Narendra Babu, S.R. Mini, *Tile and Brick Clay Mining and Related Environmental Problems in the Chalakudy Basin, Central Kerala*, Discussion Paper No. 96

Harold Reetz, *Soil Sampling for High Yield Agriculture, Efficient Fertilizer Use Manual*

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

John Brady (2005), *Environmental Management in Organizations: The IEMA handbook*, Institute of Environmental Management & Assessment

Милто Мулев (1997), *Заштита на животна средина*, Ворлдбук

Министерство животна средина и просторно планирање на Р. Македонија (2006), *Годишен извештај од обработени податоци за квалитетот на животната средина за 2006 година*, www.mon.gov.mk

Министарство за животна средина и просторно планирање (2006), *Мониторинг на хидројаловиштето со системи за евакуација на околните води и нивно влијание врз животната средина по течението на Каменичка река, езерото Калиманци и реката Брегалница*, Извештај

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

R. Salminen, T. Tarvainen, A. Demetriades, M. Duris, F.M. Fordyce, V. Gregorauskiene, H. Kahelin, J. Kivisilla, G. Klaver, H. Klein, J. O. Larson, J. Lis, J. Locutura, K. Marsina, H. Mjartanova, C. Mouvet, P. O'Connor, L. Odor, G. Ottonello, T. Paukola, J.A. Plant, C. Reimann, O. Schermann, U. Siewers, A. Steenfelt, J. Van der Sluys, B. de Vervo & L. Williams (1998), *Foregs Geochemical Mapping Field Manual*, Guide, Geological Survey of Finland, ESPOO

Soil Sampling Methods, MIDWEST LABORATORIES, INC. Omaha

Quality Assurance Systems Requirements (2009), Chapter 7- *Soil and Sediment Sampling Procedures*