

**УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУМУ
БЕОГРАД
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНУ ЕКОЛОГИЈУ ФУТУРА**

Мсц. Драгана Калабић

**ЕКОРЕМЕДИЈАЦИОНИ ПЛАН
BROWNFIELD ИНВЕСТИЦИОНИХ
ЛОКАЦИЈА СТУДИЈА СЛУЧАЈА ЈП
ЕПС**

докторска дисертација

Београд, 2018.

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУНУМ
БЕОГРАД
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНУ ЕКОЛОГИЈУ ФУТУРА



Мсc. Драгана Калабић

**ЕКОРЕМЕДИЈАЦИОНИ ПЛАН
BROWNFIELD ИНВЕСТИЦИОНИХ
ЛОКАЦИЈА СТУДИЈА СЛУЧАЈА ЈП
ЕПС**

докторска дисертација

Београд, 2018.

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

МЕНТОР:

- **Др Гордана Дражић**, редовни професор, Факултет за примењену екологију Футура, Универзитет Сингидунум Београд

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

- **Др Златко Драгосављевић**, доцент, Факултет за примењену екологију Футура, Универзитет Сингидунум Београд
- **Др Зоран Никић**, редовни професор Шумарског факултета Унверзитета у Београду

**ДАТУМ ЈАВНЕ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ:_____.**

SINGIDUNUM UNIVERSITY
BELGRADE
FACULTY OF APPLIED ECOLOGY FUTURA



Msc. Dragana Kalabić

**ECO-REMEDICATION PLAN BROVNFIELED
INVESTMENT SITES STRUCTS THE
CASE OF JP EPS**

PhD THESIS

Belgrade, 2018.

Rezime

Екоремедијација је једна од метода за обнављање животне средине. Индустијска производња неминовно са собом носи, поред огромних користи у више аспеката, много штетних нуспојава. Није тајна да су многе биљне и животињске врсте сада прошлост, баи из разлога што је човек, „напредујући“, своја плућа излагао на милост и немилост фабричких димњака. Животиње и биљке нису ни приближно прилагодљиве загађењу као човек. Оне нестану у трену, читаве врсте у неповрат, док им људска врста наноси штету. Ислужене фабрике су и након завршетка производње потенцијалне еколошке бомбе и о томе треба посебно повести рачуна. Управо зато и јесте пре свега реч о „brownfield“ инвестицијама.

Кључне речи: *brownfield* инвестиција, фабрички отпад, загађење, екоремедијација

Научна област: *Науке о заштити животне средине*

Ужа научна област: *Екоремедијације*

Abstract

Eco-remediation is one of the methods for renewing the environment. Industrial production inevitably carries with it, in addition to enormous benefits in many aspects, many harmful side effects. It's no secret that many plant and animal species are now a past, just because the man, "progressing", exposed his lungs to the mercy of the factory chimneys. Animals and plants are not nearly as adaptable to pollution as humans. They disappear in a moment, the whole species into a backward, while their human kind causes damage. Serviced factories are also after the completion of the production of a potential ecological bomb and should be taken into account in particular. That is precisely why it is primarily *brownfield* investments.

Key words: *brownfield* investment, factory waste, pollution, ecoremediation

Scientific area: Environmental Sciences

Narrow scientific field: Eco-remediation

Списак скраћеница

ДОП	-	Друштвено одговорно пословање
ТЕ	-	Термоелектране
ХЕ	-	Хидроелектране
ТЕ-ТО	-	Термоелектране – топлане
ЕПС	-	Електропривреда Србије
ЕРМ	-	Екоремедијација
ГИС	-	Географски информациони систем
МДК	-	Максимални дозвољени коефицијен
ГВ	-	Гранична вредност
МОТ	-	Маргинални опортунитетни трошак
МТЕ	-	Маргинални трошак екстракције
МЕТ	-	маргинални екстерни трошак
МКТ	-	маргинални кориснички трошак

УВОДНА РАЗМАТРАЊА.....	- 1 -
1. ПРЕДМЕТ И ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	- 4 -
1.1. ФОРМУЛАЦИЈА ПРЕДМЕТА (ПРОБЛЕМА) ИСТРАЖИВАЊА.....	- 4 -
1.2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА.....	- 6 -
1.3. МЕТОДЕ (НАЧИН) ИСТРАЖИВАЊА.....	- 7 -
1.4. ХИПОТЕТИЧКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА.....	- 10 -
1.4.1. Главна хипотеза.....	- 11 -
1.4.2. Посебне хипотезе.....	- 11 -
1.5. НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА	- 12 -
2. ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ	- 14 -
2.1. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ	- 17 -
2.2. ЗНАЧАЈ ПРИМЕНЕ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ.....	- 21 -
2.3. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈА ИНДУСТРИЈСКОГ ЗЕМЉИШТА У СРБИЈИ	- 22 -
2.4. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ.....	- 23 -
3. <i>BROWNFIELD</i> ИНВЕСТИЦИОНЕ ЛОКАЦИЈЕ У СРБИЈИ.....	- 31 -
3.1. ПОЈАМ И ДЕФИНИЦИЈА <i>BROWNFIELD</i> ЛОКАЦИЈА	- 32 -
3.2. УПРАВЉАЊЕ <i>BROWNFIELD</i> ЛОКАЦИЈАМА У СРБИЈИ.....	- 33 -
4. <i>BROWNFIELD</i> ИНВЕСТИЦИОНЕ ЛОКАЦИЈЕ ЕПС-а.....	- 37 -
4.1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ЕЛЕКТРОПРИВРЕДИ СРБИЈЕ	- 39 -
4.2. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА ПРИРОДНЕ СРЕДИНЕ	- 42 -
4.3. ОДАБИРАЊЕ НАЈПРИКЛАДНИЈЕГ МОДЕЛА ПРИМЕНЕ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ	- 45 -
4.4. НАЦИОНАЛНИ И МЕЂУНАРОДНИ ИНСТРУМЕНТИ И СТАНДАРДИ.....	- 50 -
4.5. КОНЦЕПТ <i>BROWNFIELD</i> ЛОКАЦИЈА ЕПС-А.....	- 52 -
4.6. БАЗЕ ПОДАТАКА О <i>BROWNFIELD</i> ЛОКАЦИЈАМА ЕПС-А.....	- 54 -
4.7. МЕТОДОЛОГИЈА ПРИМЕНЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЈА У ФОРМИРАЊУ ПОДАТАКА О <i>BROWNFIELD</i> ЛОКАЦИЈАМА.....	- 56 -
4.8. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИОНИ ПЛАН <i>BROWNFIELD</i> ИНВЕСТИЦИОНИХ ЛОКАЦИЈА ЈП ЕПС.....	- 61 -
4.8.1. Опис стања и окружења	- 64 -
4.8.2. Тренутна употреба.....	- 66 -
4.8.3. Предложени план поновне употребе.....	- 78 -
4.8.4. Досадашња истраживања и прикупљени подаци.....	- 80 -
4.8.5. Корективне мере и циљеви	- 82 -
4.9. Анализа ремедијационих алтернатива.....	- 84 -
4.10. Ремедијационе активности / мере.....	- 84 -
4.10.1. Кратак опис кључних ремедијационих активности.....	- 85 -
4.10.2. Ремедијација земљишта	- 86 -
4.10.3. План мониторинга	- 87 -
5. ЕМПИРИЈСКИ ДЕО.....	- 90 -
5.1. ПРОСТОРНИ И ВРЕМЕНСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА.....	- 91 -
5.2. УЗОРАК ИСТРАЖИВАЊА.....	- 93 -
5.3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ	- 94 -
5.3.1. Истраживање квалитета земљишта у околини ТЕ Колубара.....	- 94 -
5.3.2. Истраживање квалитета воде у околини ТЕ Колубара	- 121 -
5.3.3. Истраживање квалитета ваздуха у околини ТЕ Колубара	- 134 -

САДРЖАЈ:

5.4. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА – КОРЕКТИВНЕ МЕРЕ И СЦЕНАРИЈА ЕРМ САНАЦИЈЕ	- 137 -
5.5. ЗНАЧАЈ ПРОЦЕНЕ НЕГАТИВНИХ ЕФЕКТА (ШТЕТА) ДО КОЈИХ СЕ МОЖЕ ДОЋИ АКО ЕРМ ПЛАН ИЗОСТАНЕ.....	- 148 -
5.6. АКЦИОНИ ПЛАН ЗА СПРОВОЂЕЊЕ <i>BROWNFIELD</i> ЛОКАЦИЈА ЈП ЕПС СА ПРЕДЛОГОМ МЕРА ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ	- 153 -
ЗАКЉУЧАК.....	- 183 -
ЛИТЕРАТУРА.....	- 186 -

Индекс слика:

Слика 1.	Путеви еколошког сукоба.....	-20-
Слика 2.	Илустрација техника фиторемедијације које се користе у деконтаминацији земљишта.....	-27-
Слика 3.	Особине идеалне биљке за фиторемедијацију.....	-28-
Слика 4.	Изглед површинског копа Костолац у близини ТЕ-ТО Костолац.....	-47-
Слика 5.	Поступак ремедијације отвореног јаловишта „Дрмно“ у руднику Костолац – 2012.год.	-47-
Слика 6.	Изглед засада 2016. године на јаловишту „Дрмно“ после спроведене ремедијације	-47-
Слика 7.	Најважнији национални прописи који регулишу проблематику brownfield-a.....	-51-
Слика 8.	Шематски приказ депоније пепела растер, са контурним тачкама	-58-
Слика 9.	Алгоритам базе података и ГИС систем програмског задатака.....	-60-
Слика 10.	Шема постојећег циклуса кретања токсичних материја у природи из пепела и шљаке.....	-62-
Слика 11.	Шема рада термоелектране	-66-
Слика 12.	Распоред прскалица на ободу депоније пепела ТЕНТ „А“ које спречавају подизање пепела у ваздух	-69-
Слика 13.	Ортофото снимак електране, депоније и девастиране површине ТЕНТ „А“.....	-70-
Слика 14.	Нови систем одвођења пепела из ТЕНТ „Б“ на активну касету.....	-71-
Слика 15.	Ортофото снимак електране, депоније пепела ТЕНТ „Б“.....	-72-
Слика 16.	Ортофото снимак депоније пепела на локацији ТЕНТ „Б“.....	-73-
Слика 17.	ТЕ Колубара са девастираном површином и депонијом пепела у хектарима - шематски приказ и hill shade модел терена.....	-74-
Слика 18.	ТЕ Морава депонија пепела и електрана ортофото снимак.....	-76-
Слика 19.	Костолац депонија пепела ортофото снимак.....	-77-
Слика 20.	Узорци испитивања земљишта у околини ТЕ Колубара.....	-95-
Слика 21.	Интерполација расподеле кадмијума у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-98-
Слика 22.	Интерполација расподеле олова у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-101-
Слика 23.	Интерполација расподеле живе у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-103-
Слика 24.	Интерполација расподеле арсена у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-105-
Слика 25.	Интерполација расподеле хрома у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-107-

Слика 26.	Интерполација расподеле никла у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-109-
Слика 27.	Интерполација расподеле бакра у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-111-
Слика 28.	Интерполација расподеле гвожђа у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-113-
Слика 29.	Интерполација расподеле бора у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-115-
Слика 30.	Интерполација расподеле угљеника у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-117-
Слика 31.	Изглед „work space“ почетка дигитализације загађивача ТЕ Колубара.....	-118-
Слика 32.	Приказ табеле атрибута у ГИС-у, примера мерења емеисија штетних материја.....	-119-
Слика 33.	Илустрација загађења вода са депонија пепела и шљаке.....	-122-
Слика 34.	Речни водотокови Турије, Пеитана и Оњега у околини ТЕ Колубара и депоније пепла	-124-
Слика 35.	Увећан приказ активних касета на депонији пепела у ТЕ Колубара.....	-124-
Слика 36.	Шематски приказ распореда Пијезометара и бунара у околини ТЕ Колубара на којима су вршена мерења квалитета подземних вода.....	-126-
Слика 37.	Илустрација извештаја о степену девастације подземних вода у околинама депонија термоелектрана – упоредни приказ..	-133-
Слика 38.	Локације на којима су вршена узорковања и испитивања земљишта.....	-139-
Слика 39.	Алгоритам „cost-benefit“ анализе.....	-145-

Индекс табела:

Табела 1.	Преглед термoeлектрана у саставу ЈП ЕПС.....	-40-
Табела 2.	реглед термoeлектрана-топлана у саставу ЈП ЕПС – панонске термoeлектране топлане.....	-40-
Табела 3.	Максималне дозвољене концентрације (МДК) опасних и штетних материја у земљишту у Србији.....	-43-
Табела 4.	Гранулометријски јаловишта на површинском копну „Дрмно“ Костолац.....	-48-
Табела 5.	Агрохемиске особине јаловине са површинског копа „Дрмно“ Костолац	-48-
Табела 6.	Рекултивисане површине одлагалишта јаловишта у ТЕ-ТО Костолац до 2011. године	-49-
Табела 7.	Координате којима је описана депонија пепела на илустрованом растеру.....	-59-
Табела 8.	Површине које заузимају brownfield локације у власништву ЕПС.....	-63-

Табела 9.	Преглед основних података о термоелектранама ЈП ЕПС	-65-
Табела 10.	Емисија из ТЕ ЈП ЕПС Србија.....	-81-
Табела 11.	Стратешке и регионалне активности просторног развоја планског подручја.....	-92-
Табела 12.	Максимално дозвољена количина опасних и штетних материја.	-96-
Табела 13.	Укупна концентрација кадмијума у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-97-
Табела 14.	Укупна концентрација олова у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-99-
Табела 15.	Укупна концентрација живе у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-102-
Табела 16.	Укупна концентрација арсена у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-104-
Табела 17.	Укупна концентрација хрома у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-106-
Табела 18.	Укупна концентрација никла у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-108-
Табела 19.	Укупна концентрација бакра у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-110-
Табела 20.	Укупна концентрација гвожђа у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-112-
Табела 21.	Укупна концентрација бора у земљишту у околини ТЕ Колубара	-114-
Табела 22.	Укупна концентрација угљеника у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-116-
Табела 23.	Концентрација и садржај опасних и штетних материја у земљишту у околини депонија пепела највећих ТЕ у 2010. години.....	-120-
Табела 24.	Резултати анализа отпадних вода са депоније пепела за 2010.год.....	-125-
Табела 25.	Резултати анализа отпадних вода са депоније пепела за 2011.год.....	-125-
Табела 26.	Резултати анализа отпадних вода са депоније пепела за 2012.год.....	-126-
Табела 27.	Концентрација нитрата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-128-
Табела 28.	Концентрација хлорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-129-
Табела 29.	Концентрација флуорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-130-
Табела 30.	Концентрација сулфата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-131-
Табела 31.	Концентрација магнезијума у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-132-

Табела 32.	Упоредни приказ емисија загађујућих материја у ваздуху у ТЕ у Србији током 2010. године не рачунајући КиМ термолектрану.....	-135-
Табела 33.	Годишња емисија штетних материја у ТЕ Колубара (t/година) за 2014.....	-135-
Табела 34.	Садржај тешких метала у тлу у односу на максималне дозвољене концентрације (МАЦ), вредност ремедијације (РВ).....	-142-
Табела 35.	Садржај тешких метала у мискантусу (mg/kg). * пот експеримент 1. сезона раста; ** теренски експеримент 5. сезона раста, овербурден. НД: није детектован; средња вредност на плантажи, присуство токсичности	-143-
Табела 36.	Пример проблема животне средине и одговарајућих релевантних извора утицаја на животну средину	-150-

Индекс графичких приказа:

График 1.	Концентрација укупног кадмијума током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-98-
График 2.	Концентрација укупног олова током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара	-100-
График 3.	Концентрација живе током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара	-102-
График 4.	Концентрација арсена током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-105-
График 5.	Концентрација хрома током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-107-
График 6.	Концентрација никла током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-109-
График 7.	Концентрација бакра током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-111-
График 8.	Концентрација звожђа током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-113-
График 9.	Концентрација бора током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-115-
График 10.	Концентрација угљеника током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара.....	-116-
График 11.	Концентрација нитрата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-128-
График 12.	Концентрација хлорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-129-
График 13.	Концентрација флуорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-130-
График 14.	Концентрација сулфата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-131-
График 15.	Концентрација магнезијума у подземним водама на подручју ТЕ Колубара.....	-132-

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Питање производње, преноса, дистрибуције и потрошње електричне енергије данас је свакако питање које је у жижи интересовања различитих научних и техничких дисциплина. Начин на који се електрична енергија производи, преноси до потрошача и у којој мери се може остварити уштеда и рационално коришћење исте веома је значајно за велики број корисника. Прогрес и оптимално коришћење енергије значајан је за развој сваке заједнице и/или пословног система. Зато се оптимално коришћење енергије и истраживање могућности уштеде исте намеће као нужан услов на који треба обратити посебну пажњу, нарочито ако се енергија добија из конвенционалних извора. Евидентно је да су конвенционални извори ограничени, и да се експлоатацијом из године у годину њихове резерве смањују. Зато их треба рационално користити. Резерве природних енергената, нарочито нафте, земног гаса и угља значајно су смањене данас, а њихова експлоатација у великој мери обезбеђује квалитетно сабдевање привреде кроз производњу електричне енергије без које се не може замислити ни једна привредна и персонална активност у XXI веку. Знајући да се рад и примена свих савремених техничких достигнућа, развој и употреба рачунара у персоналне и пословне сврхе, аутоматизација производних поцеса и сл. заснивају на употреби електричне енергије онда је још евидентније какву улогу и значај има електрична енергија у савременом друштву у целини. Другим речима, рапидан развој технологије и његова примена у индустрији за различите пословне процесе, њихову аутоматизацију и дигитализацију повећали су потребу за потрошњом електричне енергије. Генерално посматрано, са индустријским развојем друштва у целини дошло је до континуалног повећања производње добара, а са производњом добара расла је и потреба за потрошњом електричне енергије и употребом енергетских ресурса. Повећане потребе за енергетским ресурсима тако су постале временом све веће и веће, а њихове залихе ограничене и у тенденцији опадања. Ови опречни услови који данас важе наметнули су потребу за штедњом и економичнијом употребом енергената и електричне енергије која се добија из конвенцијалних енергената, али и проналажење начина за добијање електричне енергије из обновљивих и алтернативних извора заснованих на примени нових савремених метода и технологија у складу са промовисањем и заштитом животне средине.

Испорука квалитетне електричне енергије постала је императив и елементарна карактеристика готово свих предузећа из области енергетике, било да је реч о предузећима која производе ел. енергију (електране), или оних који врше пренос и дистрибуцију ел. енергије на међународном, али и на националном тржишту. Треба нагласити и то да се у савременом друштву, у складу са препорукама и директивама ЕУ, електрична енергија третира се исто као и ма који други производ, а њени произвођачи треба да је производе што је могуће квалитетније (електрична енергија треба да буде уједначеног напона и константне фреквенције. За европско тржиште називни ниски напон је 220V монофазно, а фреквенција је 50Hz) и у складу са важећим нормативним актима. Предузећа која се баве испоруком електричне енергије, у циљу задовољења потреба својих потрошача, треба да посвете посебну пажњу у обезбеђењу и испоруци

квалитетне електричне енергије првенствено у смислу континуитета напајања и квалитета напона (у ЕУ стандардни мрежни напон је 220 V, фреквенције 50 Hz), као и на то да трошкове прикључења потрошача на мрежу учине што једноставнијим и повољнијим, а да своје трошкове пословања сведу на најмању могућу меру уз обавезу да не нарушавају животну средину. Данас се у свим пословним делатностима па и у оквиру производње, преноса дистрибуције и потрошње електричне енергије акценат ставља на заштиту животне средине и очување изворних природних вредности одређених географских подручја. У савременом друштву, број иновативних и техничко-технолошких промена се рапидно брзо мења, а самим тим иако долази до смањивања отпора према иновацијама, истовремено долази до потребе за интензивнијом заштитом природне средине и екоремедијације одређених подручја.

Стандарди друштвено одговорног пословања (ДОП) намећу се као један свеобухватан и глобалан концепт на основу кога велике компаније, али и бројне друге пословне организације, превазилазе своју примарну функцију пословања, стицања и расподеле добити тако што позитивно утичу на развој радног, друштвеног и природног окружења, тј. својим примерима утичу на добробит шире друштвене заједнице, заштиту животне средине и планете земље.

У тематским целинама овог рада основ истраживања представља екоремедијација тј. пречишћавање природног окружења оних простора на коме се налазе напуштени или недовољно коришћени индустријски и комерцијални објекти, а који су доступни за поновну употребу. Екоремедијација или санација одређеног простора није искључиво увек предмет воље и пример ДОП-а компаније и локалног становништва, већ најчешће представља питање које је у интересу шире друштвене заједнице, као и националних интереса у целини. Санација одређеног простора мора бити у складу са државним прописима или подразумева интервенцију државних власти. У зависности од степена и врсте штете која је начињена, екоремедијација може бити сложен и скуп процес.

Циљ екоремедијације напуштених и/или довољно неискоришћених индустријских објеката („*brownfield*“) састоји се у реактивирању и претварању локација које представљају очигледан проблем у добит заједнице.

Рецимо процесом ремедијације могуће је претходно земљиште које је деградирано индустријским активностима као што је то случај у Рударском басену Колубара, обновити производњом пољопривредно-енергетског биља *Miscanthus giganteus* или циновске траве којом се на еколошки и економски одржив начин успоставља бољи природни амбијент и смањује деградација земљишта. Карактеристике обрадивог земљишта у зони утицаја ТЕ Колубара А, откривке од МБ Колубаре и пепела из ТЕ Колубара указују на ограничену плодност због ниског садржаја N и органског C, такође садрже тешке метале у концентрацијама између максималне дозвољене вредности и ремедијације (*Ni, Cu, Zn*) припада благо до умерено контаминираном. Садржај тешких метала у надземној биомаси биљке је мали, што га чини погодним за употребу као биогориво. На супротној страни, у целој биљци постоји значајан садржај Cr, Zn и Ni, углавном у подземним органима који указују на потенцијал за фитостабилизацију.

Суштина овакве ремедијације састоји се у успостављању објеката, постројења или површине у поновну функцију чиме се тежи повећати запосленост, ублажити ризик по јавно здравље и смањити додатни притисак на природне ресурсе, што значајно

побољшава слику шире друштвене заједнице. Дакле, кроз поступак екоремедијације циљано се теже решити неки од проблема загађења који изазивају постројења и напуштени индустријски објекти. Истовремено екоремедијацијски приступи који се спроводе су углавном такви да представљају вишенаменска решења, која се исказују на природан и економско прихватљив начин. Такође, на овај начин се подиже и ниво еколошке свести међу загађивачима и становништвом о иновативним мерама заштите животне средине, примени друштвено одговорног пословања у циљу смањења загађења и одрживој употреби природних ресурса.

1. ПРЕДМЕТ И ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

1.1. ФОРМУЛАЦИЈА ПРЕДМЕТА (ПРОБЛЕМА) ИСТРАЖИВАЊА

Посматрано са аспекта економије, заштита животне средине треба да обезбеди што је могуће оптималније и ефикасније коришћења материјалих ресурса у времену и простору. Досадашња искуства спроведена у овом погледу протеклих деценија јасно указују на чињеницу да економски систем не може адекватно одговорити на проблеме загађења екосистема и кроз своје свакодневне активности утицати на поречне услове чиме би се обезбедило спречавање супротности које доводе до загађења глобалних размера.

Веома је важно приметити опасност од присуства тешких метала (жива, никл, олово, бакар, гвожђе, цинк и др.) на пронаћи адекватне начине и мере у минимизацији истог. У супротном, ако се не предузму адекватне заштитне мере, токсичне материје из тешких метала могу доспети у ланац исхране и тако створити озбиљан ризик за биљке и животиње на конкретном подручју дуги низ година.

Показатељи на основу којих се може пратити ризик манифестује се кроз погоршање здравствног стања људи, појаву тешких облика болести, као и кроз промену и развој болести код биљака или животиња. Такође, ризик се мери и кроз квалитативне промене састава и структуре земљишта, његову контаминираност као и контаминацију подземних или површинских вода. Због тога је претходно побројане опречне фактуре и супротности неопходно решавати специфичним инструментима (еколошким, економским, правним) који имају своје краткорочне, средњорочне и дугорочне ефекте. Другим речима, одговоре на овако комплексне проблеме везане за загађивање земљишта одговорне компаније данас траже кроз поступак пречишћавања односно екоремедијације.

Екоремедијација представља процес посредством кога је могуће остварити поновну употребу одређеног географског подручја – локалитета применом рекултивације загађеног земљишта и неутрализацијом токсичних материја.¹ Екоремедијација обухвата низ техника и метода које на један свеобухватан и интегралан начин управљају одређеним подучјем са циљем да се очува, деконтаминира и унапреди одређени локалитет. Тако се једноставно обезбеђује унапређење и природно пречишћавање екосистема.

Заштита земљишта најефикасније делује и даје најбоље резултате у ситуацијама када се по овом питању спроводе превентивне радње, мере и активности. Дакле, за успех неке од екоремедијационих техника у рекултивацији земљишта веома је важно правовремено реаговање и проналажење адекватних решења за деловање. Зато се у савременим привредним активностима спроводи одређена контрола „здравља“ географског локалитета тј. земљишта и његовог квалитета у близини индустријских комплекса и производних погона. Како је у индустријским производним процесима неминован одређен степен деградације земљишта, неопходно је пронаћи функционалне и применљиве мере санације. Међу различитим техничким и технолошким поступцима, у рекултивацији земљишта важно место заузима екоремедијација. Процес екоремедијације

¹ Миловановић, Ј. (2014)., Екоремедијација деградираних простора плантажирањем Мискантуса, Монографија, Београд
<http://www.projekti.futura.edu.rs/Publikacije/ERM%20degradiranih%20prostora%20-%20miskantus.pdf>

се издваја као алтернатива скупим и комплексним процесима заштите и чишћења животне средине. Рецимо, при производњи електричне енергије из термоелектрана у поступку саме производње настаје пепео који се третира као отпад. Са друге стране, овај пепео може да се третира и као ресурс који тек треба искористити на одређени начин. Тај тзв. летећи пепео углавном се складишти на подучјима у близини рударских копова. Како би се спречила деградација и загађење тла, пепео се мора одлагати на одговарајући начин. Обично су то влажни или суви поступци одлагања. Без обзира на поступак одлагања неопходно је обезбедити адекватан третман на самој депонији пепела како се не би овај пепео са отворених локација пренео на околна пољопривредна земљишта и тако угрозио њихове усеве. Поред тога, данас се раде и бројна истраживања на тему ремедијације „*brownfield*“ локација. Ако се има у виду да еколошки потенцијали имају двојаку вредност: индивидуалну, оличену у вредности добара и услуга, и друштвену, која је функција овог типа капитала у одржавању живота заједнице, онда истраживање екоремедијације „*brownfield*“ локација постаје још значајније.

Појам „*brownfield*“ подразумева простор на коме се налазе напуштени или недовољно коришћени индустријски и комерцијални објекти, а који је доступан за поновну употребу. Реактивирање ових подручја најчешће омета одговорност која се преузима за њихову ремедијацију, као и неизвесност трошкова везаних за деконтаминацију. Екоремедијација (чишћење и реактивирање) таквих локација може претворити очигледан проблем у добит заједнице.

Појам екоремедијација (енгл. „*Environmental remediation*“) представља дуготрајан процес пречишћавања природног окружења. Грубо речено, екоремедијација је процес на основу кога се контаминирано подручје, на потпуно природан начин, доводи у квалитетније стање, односно у стање које негативно не утиче на бодавак, живот и рад људи.

Екоремедијација *brownfield* локација треба да стимулише економију заједнице, сачува зелене површине и обезбеди прилику за обнову околине. Сврха ове врсте екоремедијације је да се обнови и успостави активна употреба ресурса са ових подручја, повећа запосленост, ублажи ризик по јавно здравље и смањи притисак на природне ресурсе, што значајно побољшава слику заједнице. ЈП ЕПС је својим планским, стратешким и другим документима дефинисао потенцијално потискивање неких постројења по изградњи заменских капацитета и уклањању неких објеката. На тај начин се ствара простор за инвестирање у друге садржаје и/или продају тих површина и њихово коришћење у неке друге сврхе. У сваком случају, неопходно је сагледати проблем „историјског“ загађења тих локација и створити простор за екоремедијацију, уз примену већ припремљеног плана и програма.

Из претходних констатација намеће се предмет истраживања овог рада, а који се огледа у сакупљању, класификовању, обради и анализи одређених *brownfield* локација које су у власништву ЈП ЕПС и које би се могле поновно ставити у функцију или се њихова намена преуредити у друге сврхе. Досадашњи подаци о *brownfield* локацијама, њиховом броју и развоју били су и те како непотпуни и тешко упоредиви. Садашње законске регулативе како оне које произилазе из Директива ЕУ и законодавног оквира ЕУ, тако и оне које произилазе из домаћих прописа и регулатива које се већ примењују. У националним правним оквирима на снази су директиве о депонијама, водама,

одговорности за животну средину и интегрисаном спречавању и контроли загађења.² Ови правни и нормативни акти треба да утичу на спречавање и бољу контролу испуштања загађујућих материја у животну средину, а посебно у земљиште и воде. Применом неког од поступака ремедијације могуће је поновна употреба напуштених и девастираних индустријских локација тзв. *brownfield* локација. Њиховом регенерацијом и рекултивацијом додатно се доприноси унапређењу квалитета живљења, као и унапређењу животне средине у урбаним условима, а са друге стране знатно се успорава и потрошња зелених површина, одосно долази до проширења зелених оаза у урбаним срединама. Ово је свакако од непроцењивог значаја како са економског аспекта тако и са социо-демографског аспекта. Према подацима претходних истраживања као и на основу званичних статистичких података за нашу земљу евидентно је да је врло мали број деградираних површина обновљен неким од метода ремедијације или да је тренутно у поступку исте. С друге стране, званични подаци указују да је од тог минималног прецента ремедијације који се спроводи у Србији ипак знатно више ремедираних простора у односу на број девастираних подручја. Проблем девастираних подручја у нашој земљи јесте њихова детаљна не истраженост, што такође представља један од пресудних фактора и предмет истраживања овог рада.

1.2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

У претходним разматрањима истакнут је предмет истраживања овог рада. Да би се што боље презентовала сврха и циљ рада довољно је напоменути чињеницу да се, у нашој земљи, више од половине производње електричне енергије одвија посредством термоелектрана. Имајући у виду све досадашње констатације о ограничениости конвенцијалних природних ресурса, с једне стране, и угрожавања животне средине опасним отпадним материјама које доспевају у земљиште и воду с друге стране евидентан је значај овог истраживања. Такође, није тајна да масовна производња струје има утицаја и последице за животну средину. Све претходно побројано доприноси до сагледавања више узрочно-последичних веза између оправданости улагања у неку *brownfield* инвестицију и позитивних ефеката који из тога произлазе, а то свакако захтева једно систематично, мултидисциплинарно и свеобухватно испитивање. Дакле, на основу петходног може се рећи да је главни циљ овог рада анализа и презентација резултата истраживања могућности и оправданости примене екоремедијационог плана *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС. Екоремедијација *brownfield* локација примењује се као алат у привредним и индустријским системима у којима се жели остварити унапређење квалитета животне средине, минимизација процента загађења из индустријских и фабричких комплекса са циљем заштите људи од негативног утицаја *brownfield*-а. Поред већ побројаних предности примене екоремедијације *brownfield* локација свакако треба напоменути и улогу и значај у укључивању локалног становништва у сређивању и обликовању будућег изгледа околине у којој живе и раде. Од значаја је интензивна сарадња и између различитих правних субјеката, тј. комуникација између инвеститора и изнајмљивача могућности за покретање иницијативе

² Видети: Службени гласник РС, број 36/09 и 88/10; Сл. гласник РС, бр. 135/2004 и Сл. гласник РС, бр. 25/2015; Сл. гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010 и 14/2016

удруживања инвеститора у унапређењу одређене географске локације, као и добра сарадња инвеститора са локалним самоуправама.

Посредством овог пројекта у глобалу се тежи истражити могућност унапређења пословања ЈП ЕПС-а на један одржив и друштвено одговоран начин.

Претходно побојани циљеви се могу класификовати у две основне групе, и то: научне и друштвене.

Научни циљ јесте теоријски и детаљни опис, као и сама анализа активности на детекцији *brownfield* локација, а потом и пружање оквира за решавање практичног проблема. У овом случају циљ је да се репрезентацијом резултата истраживања *brownfield* инвестиција, пре свега са економског гледишта, а посредно и са еколошког гледишта укаже на значај ремедијације *brownfield* подручја. Другим речима, битно је на основу резултата истраживања указати анализа утицаја екоремедијације на један шири делокруг, односно утицаја на простор шири од онога који је обухваћен директном инвестицијом.

Друштвени циљ рада састоји се у пружању квантитативних и квалитативних података и конкретних информација, праваца деловања као и бројних нових сазнања корисницима и групама које се већ баве истраживањем овог подручја и онима на чије пословање дате информације утичу са циљем да им помогне при доношењу одлука и спровођењу акција на санацији угрожених локација.

1.3.МЕТОДЕ (НАЧИН) ИСТРАЖИВАЊА

Према претходним разматрањима може се рећи да ефикасан сектор енергетике представља предуслов за одрживи развој у економском, социјалном и еколошком смислу. Да би то било могуће и оствариво неопходно је обезбедити јасну и квалитетну пословну политику и исту спроводити у дело. Посматрано са стране ЈП ЕПС све активности на пољу заштите животне средине, изведене су из основних циљева пословне политике и у складу са националном и регулативом Европске Уније.

Основни постулати Политике заштите животне средине су:

- » ЕПС је свесна свога утицаја на све чиниоце животне средине и узајамну повезаност са њима.
- » ЕПС ће решавати проблеме који се одражавају на животну средину и у складу са националном и ЕУ регулативном спроводити редовне планске активности провере стања и унапређења животне средине.
- » ЕПС ће све своје активности ускладити са законским и другим захтевима у циљу побољшавања стања на пољу заштите животне средине, јер ово питање представља основни циљ политике заштите животне средине ЕПС-а, усвајањем ефикасних програма заштите животне средине, као и обезбеђењем материјалних и других средстава за ове програме.
- » Проблематика заштите животне средине у ЕПС-у ће се решавати на транспарентан начин и кроз комуникацију са заинтересованим странама и другим релевантним организацијама, у циљу размене неопходних информација и сл.

Претходни постулати указују на одлучну и јасну Политику ЕПС-а када се ради о заштити животне средине. Међутим, треба указати на то да ЕПС и сада редовно објављује информације о својим резултатима на пољу заштите животне средине и спроведеним истраживањима у овом домену. Примарни акценат у овом раду биће усмерен на питање екоремедијације *brownfield* локација ЈП ЕПС-а, резултате истраживања и њихову анализу у погледу ефикасности, успешности и оправданости примене. За успешност биоремедијационог процеса морају се узети у обзир разни фактори како интерни тако и екстерни па се током истраживања, као и за потребе овог рада користило више различитих научних метода и различити материјали од којих зависи ефикасност и успешност добијених резултата мерења.

Успешност биоремедијационог процеса зависи од великог боја фактора па се у обзир морају узети: извори азота и фосфора (храњиве супстанце), влажност, температура, концентрација кисеоника и евентуално присуство сулфактаната. Осим тога, важне су и карактеристике земљишта, као што су рН вредност, минералоски састав и садржај органске супстанце и сл. За потребе овог рада спроведено је теренско истраживање на више различитих локација које су у власништву ЈП ЕПС, тј. на објектима од интереса за посматрање исплативости екоремедијационог плана *brownfield* инвестиција ЈП ЕПС-а. Пројекат је конципиран да развије широко употребљив алат за опис стања *brownfield* локација ЈП ЕПС, а за локације у истраживању користе се:

- » Огранак ТЕНТ (термоелектрана Никола Тесла) – Организациона целина ТЕ Колубара,
- » Огранак ТЕНТ – Организациона целина ТЕНТ А,
- » Огранак ТЕНТ – Организациона целина ТЕНТ Б,
- » Огранак ТЕНТ – Организациона целина ТЕ Морава
- » Огранак ТЕ-КО Костолац – Организациона целина Костолац А и Костолац Б,
- » Огранак Панонске ТЕ ТО – Организациона целина ТЕ-ТО Нови Сад
- » Огранак Панонске ТЕ ТО – Организациона целина ТЕ-ТО Зрењанин
- » Огранак Панонске ТЕ ТО – Организациона целина ТЕ-ТО Сремска Митровица,
- » Огранак РБ Колубара – Организациона целина Прерада.

Пилот пројекат и тест-оглед прво је изведен на копу Тамнава-запад, а касније и на другим побројаним локацијама. Површина тест-огледа била је 9m², и то за варијанту „контрола и оглед“. Експеримент је трајао 15 дана. Овај ремедијациони облик имао је и својих специфичности и ограничења, тачније исти није било могуће спровести када је температура ваздуха била испод 12°C. Пре почетка третмана извршено је лабораторијско испитивање квалитета земљишта. По завршеном процесу ремедијације поновна анализа је показала могућност примењивости наведеног ремедијационог процеса, али је остављен простор за нове огледе док се не изврши одабирање ремедијационих поступака и процеса који највише одговарају профили загађивања земљишта какав је у РБ Колубара. Обављањем ремедијације на лицу места загађења контролисани су и параметри утицаја на ваздух, утицаја на воде, утицаја на земљиште и запослене. Нису забележене неке велике осцилације параметара ван дозвољених вредности. Ово су активности на којима је започет процес испитивања биоремедијационих модела. Услед

познатих околности у којма се наша РБ Колубара после мајских поплава (2014), активности су успорене, али су по оспособљавању ПК ТЗП активности на испитивању актуелизоване, а процес настављен, уз прикупљање свих потребних дозвола од стране надлежног министарства.

У циљу дефинисања што квалитетније биоремедијационе технологије која би била најпримењивија и најефикаснија за типове загађења какви најчешће настају у оваквим процесима током истраживања спроведене су следеће програмске активности:

- » израда базе података локација на основу којих су пописане и описане појединачне локације са прописаним садржајем података, а које чине свеобухватну базу података локација ЈП ЕПС у ГИС-у и прибављање документационе основе претходног стања;
- » израда базе података еколошког профила локација на основу којих се прибавља документација о пређашњем стању локације и оцени актуелног еколошког стања;
- » израда еколошко економске процене за валоризацију *brownfield* инвестиционих локација посредством које се: дефинишу уже и шире зоне примене ЕРМ плана, процена свих релевантних вредности природних ресурса, процена штете до које се може доћи у случају да се ЕРМ план не спроведе, идентификација главних заинтересованих страна, процена потенцијалне добити услед промена у вредностима екосистема. Дефинисање права и обавеза садашњих и потенцијалних корисника природних ресурса;
- » израда Акционог плана са предлогом конкретних мера за имплементацију.

У складу са спроведеним истраживањима и дефинисаним мерама програмских активности током датог пројекта дефинисане су и методе које ће се користити приликом израде овог рада.

Метод израде овог рада, у мањој мери, базиран је на основном типу истраживања кроз доступну литературу, стручне књиге и радове у штампаној и електронској форми. У далеко већем обиму, рад ће се ослањати на дискусију о екоремедијационом плану *brownfield* инвестиционих локација јавног предузећа ЕПС, теренским и примењеним истраживањима спроведеним на побројаним локацијама, ообработом резултата истраживања и анализом истих.

Примењена и теренска истраживања подељена су у више сегмената, са циљем да се на што репрезентативнији начин укаже на улогу и значај екоремедијације *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС. Поступак теренског истраживања започиње формирањем теренске базе података о *brownfield* локацијама ЈП ЕПС, а затим се захваљујући ГИС методологији обезбеђују прецизни географски подаци о *brownfield* локацијама. Технологија ГИС-а примењује се у готово свим научним истраживањима, а од значаја је и у техничкој пракси за просторна планирања и управљање географским потенцијалима. Такође ГИС технологија своју примену налази и у топографском одређивању имовинских односа, плановима развоја географских подручја и локација, затим значајна је за просторно планирање, урбанизам и сл.

Егзактна научна истраживања треба да докажу да ово подручје, својим рељефом, вегетацијом, постојећим и потенцијалним воденим површинама, као и правилним

планирањем даљих радова на рекултивацији и уређивању може да обезбеди све природне и друге предуслове за највећи део спортских и рекреативних активности. Наведене трансформације треба да допринесу да овај предео, и поред драстичних промена у пејзажу и екосистемима, постане атрактиван, садржајан и користан.

У циљу истицања значаја екоремедијације *brownfield* и употребе истих у друге намене кроз целине рада биће речи и о примени метода фиторемедијације (*прећишћавања седимента и воде помоћу биљака*) и биоремедијације (*помоћу микроорганизама*). За потребе овог рада на локалитетима ТЕ Колубаре користили су се енергетски усеви, мискантус и трска. На основу продукције њихове биомасе иста са једне стране пречипшћава подлогу, а са друге стране користи се у енергетске сврхе. Подаци добијени експерименталним узгојем методом пољског огледа на девастираним површинама секундарне зоне утицаја ТЕ Колубара као и на самој депонији пепела ТЕ Колубара указују да је на овим просторима могућа продукција агроенергетских усева са приносима који јесу нешто мањи него на плодном земљишту, али су са њима компарабилни. Као закључак може да се изведе констатација да, приликом одлучивања о алокацији природних добара морају да се узму у обзир све њихове вредности. Један од метода индиректног истраживања екоремедијације *brownfield* локација и употребе истих у друге сврхе јесте и истраживање квалитета подземних вода. Метода која се примењује у истраживању квалитета подземних вода у овом раду је заснована на принципу *Averting Behavior Method* који укључује методу контролисаног понашања. Узорак воде је испитиван на најмање пет локација како би се одредили трошкови на нивоу домаћинства, у вези са контаминацијом подземних вода.

Такође, у поступку израде доктората биће примењени следећи поступци:

- » прикупљање релевантних података и документације (мапе, анализе, статистике) из Електропривреде Србије потребних за израду рада;
- » анализа и оцена постојеће документације (извештаји, студије, планови и пројекти);
- » анализа и систематизација података о саставу земљишта, локацији, биодиверзитету;
- » извођење закључака на основу прибављених информација, спроведених теренских истраживања на датим локацијама и резултатима добијеним кроз спроведена истраживања.

1.4. ХИПОТЕТИЧКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

На основу објављене стручне литературе и спроведених примањених истраживања евидентно је да су бројне индустријске локације у Србији недовољно искоришћене. Нарочито је то случај са оним локацијама које су биле под утицајем друштвених предузећа као власника и корисника, а који су услед неуспелог процеса реструктурирања и транзиције престала да раде или су своју активност свела на нешто мању меру. Ови и слични фактори представљају посебан разлог због чега је потребна интервенција на овим локацијама које се налазе у развијеним урбаним подручјима и спадају у категорију *brownfield* локација. Такође, ако се узме у обзир да је тема *brownfield* локација током последњих деценија постала главна тема значајних међународних

пројеката и платформи онда је евидентно да стручњаници из области екологије, заштите животне средине као и других сродних дисциплина су уверени да постоје међусобно супростављени и опречни услови у успешности спровођења *brownfield* регенерације на основу расположивих механизма и техника ремедијације. Опречни и међусобно супростављени фактори долазе преваходно од стране испитивања економске исплативости таквих пројеката, онда сагледавања економске конкурентности, испитивања квалитета живота и стварања социјалне кохезије и еколошке одрживости. Уколико се успостави квалитетна равнотежа претходно побројаних фактора онда се у принципу приступа изради и спровођењу ремедијационог плана. Данас, настанак и гомилање напуштених подручја у урбаим срединама треба тражити у пренамени економског и индустријског система и услова пословања. Промена пословне политике индустријских предузећа, напуштање одређене производне линије или трошење природних материјалних ресурса и сировина што доводи до стварања деградираних и напуштених површина. Напуштене, девастиране површине узрокују загађење и деградацију квалитета живота на одређеном географском подручју, а такође доводе до смањења броја радних места на овим подручјима.

Претходна разматрања, предмет и циљеви спроведеног теренског истраживања *brownfield* локација ЈП ЕПС-а, као и констатације и разматрања неких ранијих истраживања датог научног феномена омогућавају формирање хипотетичког оквира на основу кога се потврђују или оповргавају претходно донети ставови и судови о предмету и циљу истраживања.

Главна хипотеза рада дефинисана је као основна визија предложених истраживања. Формулисане су и помоћне хипотезе, које имају за циљ проверу главне хипотезе. Главна и помоћне хипотезе обликоване су на основу претходно проучене релевантне литературе и националних, регионалних или локалних еколошких приоритета, теренских и емпиријских истраживања.

Образложени предмет и циљ истраживања засновани су на неколико хипотеза, које су постављене како би се правилно осмислила методологија рада и утврдила тачност, прецизност и успешност спроведених истраживања која су спроведена у циљу израде докторске тезе.

1.4.1. Главна хипотеза

Ако екоремедијација представља подстицај економског развоја, онда је велики значај поновне употребе одређених постројења, као што је случај са *brownfield* инвестицијама.

1.4.2. Посебне хипотезе

Посебне хипотезе које се издвајају из полазне гласе:

- » екоремедијација убрзава интеграцију локалних развојних и еколошких питања;
- » екоремедијација омогућава стварање економске базе за експлоатацију секундарних ресурса;

- » екоремедијација подстиче смањење количине опасног индустријског отпада;
- » у процесу екоремедијације стварају се услови за радно ангажовање друштвених група које су до тада биле маргинализоване;
- » пуштање у погон постројења за производњу електричне енергије на *brownfield* локацијама захтева мање уложених средстава него када је реч о почетној инвестицији.

1.5. НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

Имајући у виду да загађеност тла и воде у индустријским срединама настаје услед испуштања опасних материја, тешких метала и њихових једињења са супстанцама које су присутне у земљишту неопходно је, у циљу заштите животне средине, обавити адекватна истраживања и испитивања могућности и начина екоремедијације земљишта на индустријским локацијама и иста ставити у поновну употребу.

Поновна употреба индустријских локација доноси велике еколошке користи, а затим и економске, доприноси спречавању ширења градова и стварању новог одрживог амбијента. У земљама које су у транзицији реализован је велики број пројеката који имају за циљ санацију и поновно коришћење индустријских локација. Грађевинско земљиште се препознаје све више као ресурс који ће представљати еколошки и економски развој у Србији, реализацијом пројеката ревитализације за потребе нових намена. Еколошки фактор у процесу ревитализације се огледа кроз загађење воде, ваздуха и тла и врло је значајан за јавно здравље. Санација неке индустријске локације подразумева отклањање отпада, реализацију свих процеса који врше детоксикацију уколико је контаминирано земљиште, подземне или површинске воде на индустријској локацији.

Кроз истраживања у овом раду, а применом метода и утврђених модела, добијају се подаци чијом се даљом анализом дефинише адекватна биоремедијациона технологија која је примењива за типове загађења заступљене у постројењима и погонима ЈП ЕПС-а. Посебан осврт је на *brownfield* инвестиционе локације ЈП ЕПС-а. На пример, у РБ Колубара се и након обављених истраживања наставило са извршењем још неколико огледних поступака са циљем дефинисања такве биоремедијационе технологије која је најделотворнија за типове загађења какви најчешће настају у процесима производње електроенергије, јер готово да сви извори у извесној мери утичу на животну околину и у одређеној мери исту „прљају“ током година експлоатације. Претходна констатација наводи на закључак да не постоји потпуно „зелени“ облик електричне енергије, већ напротив сваки извор електричне енергије утиче на животну средину, квалитет воде, земљишта и ваздуха. На пример, у термоелектранама при производњи електричне енергије најдоминантнији утицај на животну средину има припрема енергената за парне турбине, тј. сам поступак експлоатације, транспорта, сушења угља и сагоревања истог услед чега настају опасне материје које се испуштају у ваздух а остаци сагоревања се транспортују на депоније пепела и шљаке. Одређене загађујуће материје из термоелектрана доспевају и у воду услед испуштања и хлађења прегрејане паре која покреће турбогенераторе. Дакле, загађење тла, ваздуха и воде настаје услед дејства загађујућих материја са атмосферским падавинама и супстанцама које се налазе у земљи. Ове примесе нарочито доводе до девастирања и деградације површина које су

прекривене пепелом, шљаком као и на местима где се врши скидање покровца и јаловине како би се дошло до угља. Земљиште, воде и ваздух на овим локалитетима могу значајније бити загађени отпадним водама и хемикалијама у процесу трансформације хемијске и топлотне у електричну енергију. Зато је важно истражити у којој мери дати електроенергетски објекти и локације на којима се они налазе утичу на састав земљишта, ваздуха и воде. Нпосредно по процени утицаја загађујућих материја на просторима и околина рударских копова и термоелектрана и постројења, важно је спровести истраживање ефикасног третмана и деконтаминације загађеног географског локалитета. Први и најзначајнији корак јесте уклањање извора загађења. За спровођење процеса ремедијације загађеног тла, воде и ваздуха данас је на располагању широк спектар технологија. Циљ примењених технологија треба да присутне загађујуће материје у потпуности елиминише са конкретног подручја или да их учини безбедним по екосистем и животну средину применом поступка екоремедијације све до нивоа када ове локације више неће утицати на животну средину и угрожавати здравље људи.

На основу претходних констатација евидентно је да су очекивани резултати докторске дисертације усмерени на истраживање ефикасног, ефективног и сврсисходног ремедијационог поступка *brownfield* локација и њихово стављање у поновну употребу у друге намене, као и исплативости ових подухвата. Према спроведеним теренским и примењеним истраживањима која су претходила изради докторске тезе добијени су показатељи на основу којих је израђен униформан преглед испитиваних локација ЈП ЕПС. Даљи допринос рада усмерен је у правцу сагледавања мера које се предузимају и њихове оправданости у циљу очувања животне средине, а које претстављају превентивне мере у ЕРМ плану. У том погледу је акценат у раду стављен на дефинисање примарне и секундарне зоне примене ЕРМ плана са демографским карактеристикама, затим на процену релевантних вредности природних ресурса (директни и индиректни) кроз концепт вредновања природних ресурса, економски приступ вредновања ресурса, методе вредновања ресурса, и сл. Такође, како екоремедијација може бити сложен и скуп процес, у зависности од степена и врсте штете која је начињена, акценат у раду биће усмерен и на процену негативних ефеката (штета) до којих може доћи у случају да се ЕРМ план не спроводи. На тај начин се жели указати на значај екоремедијације и њену исплативост на дужи рок, као и одрживост овог принципа у погледу заштите животне средине и добробита за штиру друштвену заједницу.

2. ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ

Преокупације савремене цивилизације усмерене су на то да се произведу, припреме и ускладиште довољне количине хране за растући број становника на планети Земљи, као и оптималана количина сировина и материјалних добара за индустријску производњу уз што оптималније трошкове. Нарочито се тежи смањити трошкове електричне енергије која се испоручује индустрији. Мањак било ког од претходно побројаних елемената довео би до озбиљног нарушавања савременеиндустријске производње и довео до дисбаланса у друштву. Неки аутори у својим истраживачким радовима оцењују да би услед енергетске кризе и несташнице електричне енергије настале катастрофалне последице по целокупну савремену индустријску производњу јер би савремена техника била паралисана. Самим тим, целокупан производни процес би био немогућ, јер ба производња мануелним путем постала исувише скромна да приушти оптималну количину производа и добара неопходних за подмиривање тржишта, односно свих друштвених потреба.³ Другим речима, данашњи свет је преоптерећен стално растућом потребом да обезбеди довољну количину адекватне електричне енергије односно да обезбеди довољну енергетску безбедност. „Глад“ за енергијом у последњих неколико година непрекидно расте.⁴ Истраживања показују да је потрошња енергије у свету у 2016. години била за 1,0% већа у односу на 2015. годину. Такође, исто истраживање показује да се највећа повећања потрошње електричне енергије бележе у привредно мање развијеном а многољуднијем делу света, као нпр у Кини, где је забележено повећање потрошње електричне енергије у односу на земље чланице Организације за економску сарадњу и развој.⁵ Било како било све промене које су се десиле крајем XX и на почетку XXI века, и које се још увек дешавају у сектору енергетике су драматичне и зависе од комапнија, сектора, држава, региона... захтевају самосталност и повезивање, тржиштну орјентацију и државну интервенцију као и међународну конурентност. Најбитнији задатак који се пред енергетику поставља јесте концепт одрживог развоја, јер данашња производња енергије захтева не само довољну количину укупне енергије већ и одређену структуру, која треба да одговара садашњем нивоу технолошког развоја, економској целисходности и еколошким захтевима. Неминовност таквог концепта у експлоатацији, производњи, преради и примени енергената и енергије намеће се како би се смањиле последице загађивања животне средине.

Последице контаминације животне средине настале услед дејства човека односно људских активности у индустријској производњи као и услед нерационалног коришћења природних богатстава Земље групишту се у неку од основних група. У првој групи сврставају се све оне последице које доводе до опасности по људску врсту и које би практично довеле до престанка живота на Земљи.⁶

³ Мандал, Ш.; Михајловић-Милановић, З.; Николић, М. (2010), Економика енергетике – стратегија, екологија и одрживи развој, Центар за издавачку делатност Економског факултета у Београду, Београд, стр. 5

⁴ Ђукановић, С. (2014), Еколошка енергетика, АГМ књига, Београд, стр. 14

⁵ Видети више: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>

⁶ Ђармати, Ш.; Веселиновић, Д.; Гржетић, И.; Марковић, Д. (2006), Животна средина и њена заштита, Књига I, Београд, стр. 14-15

Нека од досадашњих научних сазнања у овом домену у први ред стављају истраживање и разматрање нестанка кисеоника. Шта би се десило у таквом случају јер очигледно је колико је овај гас битан за целокупан људски род. Евидентно је да се потрошња овог гаса из године у годину, а услед раста броја становника, биолошких потрошача, повећава. Такође, кисеоник је неопходан у индустрији јер се бројни процеси сагоревања одвијају помоћу овог гаса. Учешће кисеоника у сагоревању смеша најдоминантније је код паљења фосилних горива у индустрији, саобраћају и енергетици. С друге стране на трошење и смањење количине кисеоника утиче и то што се истовремено и непрекидно смањују зелене површине због сече шума (*неколико милиона хектара годишње*), повећава површина земљишта под насељима, путевима, железничким пругама, индустријским и другим објектима чиме се непрекидно смањују извори кисеоника на Земљи. Имајући у виду смањење запремине кисеоника и његових резерви у природи, као и укупну количину биљног покривача, уз уважавање чињенице да повећањем зелених површина настаје и повећање самог садржаја угљеник(IV)-оксида у атмосфери. Овај гас доводи до стимулације раста и развоја биљака, које производе и емитују у атмосферу кисеоник, па с тим у вези може се закључити да проблем недостатка кисеоника није акутан. Како се ипак смањивање извора кисеоника наставља, проблеми услед његовог недостатка могу се очекивати после неколико стотина година, па се уочени проблем већ од овог момента мора озбиљно схватити и за исти се наћи адекватно решење.⁷

Други по интензитету и снази загађивања природне средине и екосистема је савремено потрошачко друштво и њему примерена економија. Разлог за ово је веома јасан: циљ је производити што јефтиније и што више, без обзира на примењене технологије, односно штетне последице које оне имају на животну средину. Овакав приступ одмах намеће проблем заштите животне средине, чији су циљеви супротни: рационално трошење природних добара и налазишта и увођење мера заштите животне средине, што, у крајњој линији, поскупљује и ограничава производњу, односно доводи до умањења профита. Према томе, профит је допринео, а и сада доприноси повећању загађења. Другим речине, борба за профит знатно отежава и проблем ослобађања од опасних отпадних материјала.

Досадашњи традиционални економски приступ у анализи токова природних ресурса и отпада користио је исту врсту економског вредновања која се примењивала и на факторе производње, добара и услуга. Та анализа је одређивала цену сваком инпуту у економији који потиче од природних ресурса и животне средине, укључујући и процену цена за инпуте који обично не учествују у тржишним трансакцијама, као што су чист ваздух и вода. На тај начин су се природни ресурси и животна средина укључивали у унутрашњи, односно економски кружни ток. Уколико би се задовољили тиме да механизми одређивања цена тачно изражавају „праву вредност“ ресурса и оштећења животне средине, ти фактори би се релативно лако могли укључити у тржишно оријентисану економску анализу.⁸ Овакав приступ има својих мањкавости нарочито у последње време, па се све више напушта а примењује се приступ еколошке економије на

⁷ Харис, М. Ј. (2012), Економија животне средине и природних ресурса - савремени приступ, Дата Статус, стр. 9

⁸ Харис, М. Ј. (2012), Економија животне средине и природних ресурса - савремени приступ, Дата Статус, стр. 9 - 10

основу кога се економски систем посматра као подкуп ширег екосистема. Посматрано из те перспективе, економско вредновање изражено у ценама може само несавршено да обухвати сложеност еколошких процеса и заиста понекад може довести до озбиљних конфликта са захтевима екосистема.

Еколошки економисти су често заступали став да стандардне економске технике вредновања и процењивања морају да се промене како би осликавале реалности екосистема, односно морају да се замене другим облицима анализе усмереним на токове енергије, носивост животне средине и захтеве еколошке равнотеже.⁹

Са развојем и унапређењем знања о природним процесима, екологији и односима у екосистему, откривен је и нови неистражени потенцијал саме природе за заштиту и третман деградираних и угрожених подручја. Концепт екоремедијације (ERM) подразумева коришћење природних и стварање вештачких, одрживих екосистема и процеса за заштиту и рехабилитацију животне средине.

Суштина појма екоремедијације састоји се у изналагању адекватних природних процеса којим се обезбеђује обнавање, унапређење и заштита екосистема. Применом ERM технологија смањују се или у потпуности неутралишу негативни утицаји изазвани дејством људских активности у индустрији. Овим концептом нарочито се могу квалитетно неутралисати деградације животне средине које потичу из туризма, саобраћаја, индустрије, урбаних средина, енергетике и рударства. „Екоремедијација представља повратак природи кроз поновно успостављање нарушених равнотежа екосистема коришћењем природних процеса који се модификују у циљу повећања ефикасности.“¹⁰

Елементарни принципи и поступци екоремедијације подразумевају стварање нових амбијенталних услова на загађеним и девастираним површинама са основним циљем – повећање могућности самопречишћавања загађене локације, регенерација локације и ублажавање и/или отклањање загађења.¹¹ Неке од најзначајнијих примењених техника екоремедијације су технике: фиторемедијације (*у ове технике убарајају се фитоекстракција, фитостабилизација, ризофилтрација,...*), биоремедијације (*најчешће примењива техника ERM решења*). Применом и имплементацијом побројаних ERM техника готово у потпуности се неутралишу утицаји елементарних непохода (*поплаве, суше, клизишта...*) или утицаји деструкција насталих деловањем човека (*утицаји из индустрије, саобраћаја, туризма, рударства*).

Екосистеми сами по себи имају добру способност за разлагање, складиштење и неутрализацију многих загађивача. Улога ERM (екоремедијациона) решења у унапређењу екосистема састоје се од метода интегралног управљања екосистемом са циљем брже и квалитетније регенерације, унапређења и обнављања наушене флоре и фауне на одређеном географском подручју настале услед природних непогода или услед дејства људи и индустријске производње. ERM концептом спроводе се интензивне мере унапређења животне средине а на основу природних решења и природне самоодрживости кроз динамичку промену структуре.¹²

⁹ Исто, стр. 10

¹⁰ Извор: <http://futura.edu.rs/wordpress/centar-za-ekoremedijaciju/>

¹¹ Извор: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/5084023/ovde-ecoist/50>

¹² Извор: <http://futura.edu.rs/wordpress/centar-za-ekoremedijaciju/>

Потребе за екоремедијацијом у последње време све су очигледније и нужније. О проблему промене и деградације животне средине сведоче бројна теоријска и примењена истраживања, као и процене од стране УН-а које на почетку 21. века, износе податке да око половине светског становништва (3 милијарде) живи у урбаним срединама, а очекује се да ће до 2050. године око 70% светског становништва живети у градским срединама па ће се земљишта у градовима наћи под још већим антропогеним притиском.¹³

Отуда се као потпуно нужно намеће питање заштите животне средине и смањење утицаја деградације екосистема која настаје са развојем градова који буквално распарчавају, изолују и деградирају природна станишта. Тако долази до хомогенизације састава и разноврсности врста, нарушавања хидролошких токова, промене у протоку енергије и кружењу материје.

У савременом урбаном друштву као најзначајнији притисак на екосистем појављује се у:

1. промени функције земљишта које бива прекривено саобраћајницама и зградама;
2. аерозагађењима пореклом из саобраћаја и индустрије
3. великим количинама кишнице која оптерећује градску канализацију и заједно са санитарним водама представља велики проблем уколико се на адекватан начин не реши пречишћавање оваквих вода.

Све претходно побројане промене у еколошким условима које су резултат људских активности у урбаним подручјима на крају имају утицај и на здравље и благостање човека. Управо из тог разлога неопходно је посветити посебну пажњу у спровођењу екоремедијационог плана одређених географских подручја и урбаних локација нарочито када се ради о загађењу изазваном антропогеним деструкцијама.

У тематским целинама овог поглавља детаљније се анализирају опште карактеристике и значај примене екоремедијације са посебним освртом на екоремедијацију индустријског земљишта у Србији. Такође, у овире тематских целина овог поглавља детаљније се анализирају екоремедијационе технологије чијом применом се убрзава процес ремедијације загађеног тла, воде и/или ваздуха изазваног индустријским загађивачима.

2.1. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ

Екоремедијација (енгл. *Environmental remediation*) је спор, дуготрајан и природан процес којим се обезбеђује пречишћавање природног окружења. Уопштено речено, екоремедијација је природни процес који кроз дуги низ година природи враћа загађено или контаминирано земљиште у првобитно стање или стање блиско њему. Такво стање, није штетно за људску заједницу и друге живе организме. Другим речима, екоремедијација је процес лечења загађене географске локације све док она не постане потпуно безбедна за живот људи, биљака и животиња. Екоремедијација у основи неутралише све оне загађујуће материје из тла, воде и ваздуха тј. из природног

¹³ Милошевић, Д.; Нађ, И.; Стојановић, В. (2014), "Земљишта у градовима: стање, проблеми и технике ремедијације", објављено у: Зборник радова ДГТХ 43–1, стр. 1 - 17.

окужења у целини, са цињем да се поново успостави равнотежа екосистема и да се заштити људско здравље. Екоремедијацијом се такође могу санирати и неутралисати загађења изазвана дејством људи и индустријске производње. Примена ЕРМ техника нарочито добија на значају у спровођењу обнављања животне средине у напуштеним или недовољно коришћеним погонима, постројењима, рударским коповима и сл. подручјима индустријске или пословне намене (енгл. *brownfields*), код којих је могућа пренамена. Другим речима, у близини индустријских постројења земљиште је у знатној мери загађено тј. контаминирано. До контаминације земљишта долази услед различитих производних процеса који се одвијају у оквиру одређене привредне делатности. Земљиште је најчешће загађено пепелом, шљаком, остацима угља и нафтних деривата из различитих индустријских грана. На пример, приликом производње електричне енергије у термоелектранама загађење земљишта у близини термоелектрана и површинских копова руда настаје због експлоатације, прераде, транспорта, складиштења, коришћења, а често и при акцидентним ситуацијама угља и његових примеса. Загађење које потиче од угља, нафте и нафтних деривата представља ризик за људско здравље и животну средину.¹⁴ Да би се претходно побројани фактори у значајној мери смањили неопходно је применити неку од стратегија и технологија ремедијације и/или екоремедијације.

Екоремедијација подразумева пружање адекватног лека за проблем заштите животне средине. У поступке екоремедијације убрајају се сви поступци који доприносе смањењу загађења тла, воде и ваздуха и који ефикасно уклањају изворе загађења или их у догледном временском периоду смањују на прихватљив ниво. Санације нису увек само предмет воље становништва, већ најчешће представљају обавезу локални, регионални, републичких па чак и међународних прописа у решавању проблема загађења. Ниво и опсег укључености друштвене заједнице зависи од висине и врсте штете која је проузрокована извором загађења. Такође, треба узети у обзир и чињеницу да поступак и ефикасност екоремедијације зависи и од извора и природе загађивача. Веома често, када е ради о индустријским изворима загађења, екоремедијација постаје веома скуп и сложен процес. На пример, ЕУ издваја око 12 еура по становнику за рекултивацију и деконтаминацију загађених индустријских локација. Од овог износа око 7,2 еура или 60% се троши на сам поступак и технике ремедијације, док се око 40% тј. 4.8 еура издваја на додатна испитивања и истраживања квалитета парцела по спроведеним поступцима ремедијације.

У Републици Србији досадашња истраживања и анализе недвосмислено указују на еколошке пороблеме и њихову израженост нарочито у близини индустријских постројења. Највећи степен деградације животне средине и загађења земљишта, подземних вода и ваздуха потиче дифузних загађивача у које се убрајају загађења изазвана од стране саобраћајних средстава, пољопривреде, индустрије и урбаног развоја градских и приградских насеља. Побројани дифузни извори загађења доводе до смањења зелених површина, повећања емисије угљен-диоксида, као и присуства тешких метала у различитим фазама рада индустријских постројења. Присуство тешких метала и висина њихове концентрације знатно утичу на повећање трошкова ремедијације. Елементарни трошкови приликом поступка ремедијације су: степен загађења, основни стандарда који

¹⁴ P.H. Albers, An Annotated Bibliography on Petroleum Pollution. Version 2007. USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD. <http://www.pwrc.usgs.gov/infobase/topbibs/petroleum.pdf>

треба да буду задовољени, географска локација и њено локално загађене и примењене технологије. Однос квалитета ремедијације и инвестиционих средстава одређених за процес ремедијације зависи од више различитих фактора. На ове факторе утицај имају и државни прописи и правно обавезујуће регулативе. Истраживања и примери из праксе јасно истичу да је примена „конструисаних екосистема – екосистемских процесора 8-10 пута јефтинија од индустријских постројења сличног капацитета.“¹⁵

Уопштено говорећи, технологије за уклањање загађујућих супстанци из земљишта и његово „излечење“ (ремедијацију) могу бити различите. У пракси се најчешће примењују:

- » **Абиотичке технологије** (физичке, хемијске и термичке) и
- » **Биотичке технологије** (биоремедијација у ширем смислу).¹⁶

Обе врсте ремедијационих технологија могу се примењивати:

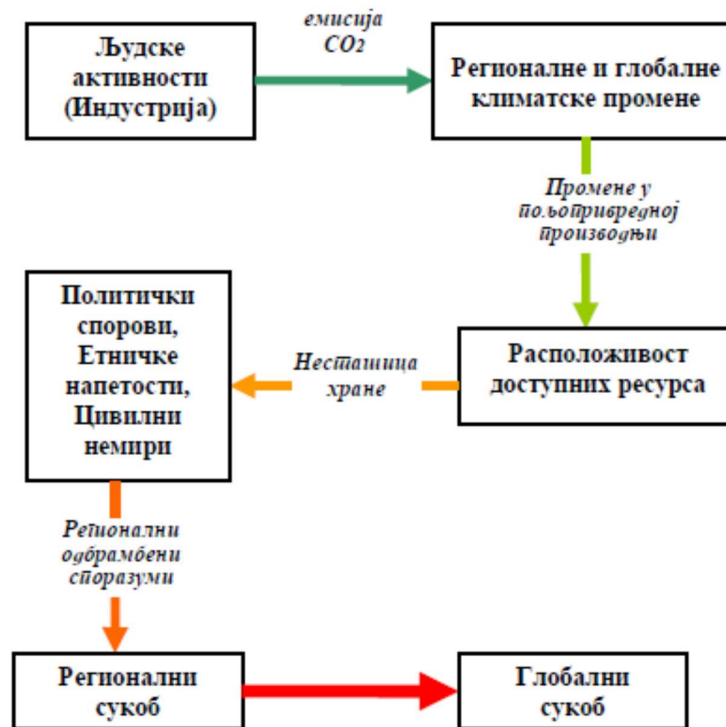
- » на самом месту загађења (*in situ*) или
- » изван места загађења (*ex situ*).

Ремедијационе технологије на самом месту загађења подразумевају третман земљишта неком од ремедијационих технологија на самом локалитету тј. месту настанка контаминације тла. За разлику од *in situ* ремедијације *ex situ* ремедијација подразумева ископавање земљишта и пребацивање истог са места контаминације на место третмана и обраде.

Избор конкретне ремедијационе технологије којом ће се третирати одређени контаминирани локалитет земљишта или подземне воде зависи од низа фактора и околности. О томе ће бити више речи у наредним тематским целинама. Овде је важно направити кратак осврт на опште карактеристике ремедијације и екоремедијације, а пре свега на то да је ремедијацију контаминираног подручја неопходно извршити како би се спречиле дугорочне последице по локално становништво и животну средину на одређеном локалитету. Колико је важно правовремено приступити ремедијацији одређеног контаминираног подручја и у којој мери деловање индустријских активности може негативно утицати на животну средину и становништво одређеног подручја најбоље се може сагледати на основу наредне шематске илустрације.

¹⁵ Дражић, Г. (2010), „Биодеградација и екоремедијација земљишта у Србији - пројектне активности факултета за примењену екологију "Футура"“ објављено у: Међународна конференција - деградирани простори и екоремедијација стр. 245 - 257

¹⁶ Исто



Слика 1. Путеви еколошког сукоба

(преузето од Elizabeth L. Chalecki, Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security)

Према илустрацији на слици 1 евидентно је да потенцијал индустријских активности може изазвати веома озбиљне потешкоће и проблеме у једној локалној заједници и да неповољно утиче на животну средину. Овакви нежељени ефекти могу довести до различитих врста сукоба и могу поимити не само локални и регионални већ и глобални карактер. Зато је неопходно већ приликом сагледавања расположивих ресурса водити рачуна о њиховој правилној експлоатацији и адекватном збрињавању остатака и некорисних продуката такве експлоатације. На пример, још при употреби угља за загревање и производњу водене паре у термоелектранама неопходно је анализирати и правовремено сагледати могућности складиштења и ремедиације некорисних продуката сагоревања угља као што су летећи пепео, шљака и емисија CO_2 и у складу са тим предузети одговарајуће активне заштитне мере. Управо циљ је обезбедити квалитетан екоремедијациони план на основу кога је могуће обезбедити квалитетан третман и заштиту земљишта од деградације. Другим речима, неопходно је предузети све могуће и финансијски адекватне превентивне мере како би се земљиште заштитило од загађујућих материја. У превентивној фази важно је правовремено уочавање потенцијалних опасности које се могу јавити на одређеној географској локацији током експлоатације сировина и материјалних добара и у складу да тим пронаћи адекватно решење за превазилажење таквих проблема. Зато је потребна контрола квалитета земљишта. Без обзира на контролу квалитета земљишта у близини индустријских постројења неминовно долази до деградације истог па се морају примењивати одговарајуће мере санације.

2.2. ЗНАЧАЈ ПРИМЕНЕ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ

У претходним тематским целинама рада описана су општа својства ремедијације и екоремедијације земљишта у урбаним срединама. Применом поступка екоремедијације занатно се смањују последице изазване загађењем животне средине. Осим тога, поступком екоремедијације се на повољан начин доприноси унапређењу еколошке свести појединаца и друштва и стим у вези утиче на социо-економски аспект. Оно што је свакако најзначајније је чињеница да се кроз процес екоремедијације на екомски прихватљив начин обезбеђују оптимални услови за живот човека недалеко од великих индустријских комплекса. Спровођењем адекватне политике унапређења и заштите животне средине у урбаним градским срединама значајно се обезбеђује унапређење екосистема. Познато је да је екоремедијација дуг пут на који утичу бројни фактори па је стога веома важно да постоји толеранција екосистема се до граница које га не угрожавају у првим годинама примене поступка екоремедијације.

Екоремедијација интегрише три основне активности:

1. катастар загађивача,
2. методе ремедијације, и
3. мониторинг промена.¹⁷

Још у фази планирања, пројектовања и спровођења поступка екоремедијације неопходно је располагади адекватним подацим и чињеницама као и одговарајућим знањима из домена природних и експерименталних наука (*биологије, физике, хемије и геологије*), затим техничких и технолошких наука као и наука економије како би примењена мера (*конструјисани екосистем*) функционисала еколошки, енергетски и економски ефикасно.¹⁸

Екоремедијације се користе не само у процесима очувања и санација животне средине, већ и као начин живљења презентујући симбиозу човека и природе. Предности екоремедијација мултидисциплинарне су природе: трајне, применљиве, социјално и економски апстрактне са циљем решавања проблема које су људи сами својим деловањем проузроковали.

Примарна особина екоремедијације је њен вишедисциплински приступ екосистему као целини, како услед побројаних последица на локалном нивоу, тако и глобално где се сагледавају ефекти „стаклене баште“, глобалног загревања и очувања био диверзитета.¹⁹

Технологија екоремедијације заснива се на примени метаболичких процеса микроорганизама и виших биљака у циљу оздрављења животне средине. Управо због тога, често се говори и о фитоинжењерингу или зеленој технологији. Овом технологијом се малим променама постижу велики ефекти за санацију земљишта, комуналних отпадних вода, река и других загађених ресурса.

10 ¹⁷ Дражић, Г. (2011), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију "Футура", Београд, стр.

10 ¹⁸ Дражић, Г. (2011), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију "Футура", Београд, стр.

¹⁹ Исто, стр. 163

2.3. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈА ИНДУСТРИЈСКОГ ЗЕМЉИШТА У СРБИЈИ

У Србији, током протеклих неколико деценија масовна експлоатација руда и других минералних сировина довела је до загађења воде, ваздуха и земљишта, као и значајне деградације животне средине и екосистема у целини. Такође, треба нагласити да масовна експлоатација руда значајно смањује резерве необновљивих извора и додатно утиче смањење енергетског потенцијала и рудног богатства земље а повећава трошкове експлоатације и трошкове рекултвације рударских басена и јаловишта. Највећи део географских локација у нашој земљи деградиран је површинском коповима угља и бакра. Исто тако, деградацију и загађење географских подручја у Србији стварају отворена и површинска одлагалишта јаловине и депоније пепела.

Поред загађења и деградације земљишта непосредно у близини рударских басена и површинских копова долази и до деградације и загађења воде и то најчешће појавом ерозије услед киша на отвореним и незаштићеним одлагалиштима јаловине и покривке. Према подацима Агенције за заштиту животне средине – СЕРА (подаци из 2005 године) током последње две деценије више пута је дошло до озбиљних загађења водотокова и подземних вода, услед хаварија и елементарних непогода дошло је до повећања концентрација недозвољених супстанци и отпадних материјала у водотокове река, подземних вода као и до повећања концентрације тешких метала у околном земљишту. Највећи проблем загађења речних водотокова у околинама рударских басена јесте изливање јаловине, пепела и шљаке.

Лоше техничко стање индустријских постројења, застареле технологије и дотрајала опрема још један су од фактора који знатно утиче на лошу ефикасност производног процеса, генерисање огромних енергетских губитака, као и на повећање емисије штетних и опасних материја у воду, земљиште и ваздух. Лоша продуктивност, високи губици током производног процеса утичу на профитабилност пословања предузећа, па иста прибегавају уштедама у развоју постројења и филтера за пречишћавање загађујућих материја које емитују у околину. Још један разлог немара према животној средини огледа се и у тренутно „благој“ политици правних и нормативних аката којима се прописују дозвољене границе третмана штетних и опасних материја из индустрије. У оквиру рада неких постројења као што су на пример: термоелектране, железаре, металуршка индустрија и др. неопходни су системи и инсталације опреме и филтера којима се мањује проценат испаравања штетних и опасних материја у животну средину. Углавном током седамдесетих година прошлог века на тешким индустријским фабрикама рађени су електрични филтери којим су се нечистотче настале током производног процеса пречишћале, и спречавало да штетне материје одлазеу воду, ваздух и земљиште. Данас навећи део филтерских постројења у великим фабрикама не ради или веома лоше и неквалитетно ради, па се у последњих 15 година углавном може рећи да више од 85% индустријских отпадних вода се испушта без одговарајућег третмана.

Како би се проценат загађења животне средине значајно смањио у нашој земи неопходно је спровести поступак ремедијације. Ремедијација и екоремедијација нису економски повољне, већ напротив веома су захтевне и скупе. Елементарни трошкови које предузеће мора преузети на себе приликом спровођења ремедијације и рекултвације

загађеног географског подручја су: величина и састав загађења, третман отпадних материјала, ниво стандарда животне средине, примењен техника и технологије за ремедијацију. Веза између добитка ремедијацијом и инвестираних средстава зависи како од националних прописа тако и од њихове примене. Тако се кроз Закон о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године²⁰ препознаје експлоатацију минералних сировина, посебно у рударским колубарима Колубара и Костолац, као један од највећих извора деградације и загађења земљишта. Нека од спроведених истраживања за потребе овог рада указују на то да Општине Обреновац (термоелектране, депоније пепела), Лазаревац (површински угљени рудници, ТЕ, одлагање пепела и шљаке, прерада угља), Костолац (ТЕ, рудници угљеника, пепео и сливе) представљају рањиве области („врхове тачке“), Термоелектрана на Косову и Метохији, Обилић, површински коп Белаћевац и рудник Трепча у Републици Србији. Наведене и сличне локације загађене одређеним загађивачима, захтевају ремедијацију. У циљу ремедијације одређеног географског подручја неопходно је првенствено направити план ремедијационих активности, њихову динамику имплементације шраћења и контроле, идентификацији присутних врста и типова присутних загађивача, истраживању и процени утицаја ових загађујућих материја на здравље људи и животну средину. Непосредно после препознавања и идентификације ефикасних ремедијационих техника важно је направити и квалитетан план ремедијације, план и програм спровођења деконтаминације и уклањања контаминираних кутура ка нетакнутој природи.

За реализацију ремедијације контаминираних земљишта користи се широк спектар технологија у циљу потпуног уклањања загађујућих материја са локације и / или третирања на нивоу на којем они више не представљају претњу за људско здравље и животну средину.

2.4. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Кроз претходне тематске целине у овом поглављу рада речено је да смањење емисије загађујућих материја из индустрије представља важан аспект о коме морају одвити рачуна све компаније. Ремедијационе технологије су веома сложене и скупе, па њихову анализу, план спровођења и очекиване резултате компаније морају веома пажљиво и студиозно спроводити. У последњих неколико година, све већа улога и значај у одрживом развоју, смањењу загађења животне средине и рекултацији деградираних подручја насталих дејством човека и индустрије, придаје се екоремедијацији и технологијама екоремедијације. У основи екоремедијационих технологија убраја се и биоремедијација. Биоремедијација се дефинише као сет мера, активности и поступака за ремедијацију уз примену биолошких агенаса. Уже тумачење дате дефиниције појма биоремедијације значи да се рекултација и регенерација загађеног подручја деконтаминира и обнава употребом одговарајућих или погодних микроорганизама отпорних на одређене загађујуће материје. Шире посматрано, под појмом биоремедијације подразумева се регенерација и деконтаминација географског

²⁰ РЕПУБЛИЧКА АГЕНЦИЈА ЗА ПРОСТОРНО ПЛАНИРАЊЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ. Закон о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године. Службени гласник Републике Србије, 88, 2010.

локалитета помоћу садње биљних култура тј. фиторемедијације. Процесом биоремедијације спроводи се детоксикација земљишта, површинских и подземних вода као и ваздуха од штетних материја које доспевају из индустрије у чврстом, течном или гасовитом стању, а потичу од органских загађивача као што су на пример: нафтни деривати, пестициди, полимери, органаски растварачи, феноли и сл. Такође, ефикасност ове технике ремедијације показује се и у случају детоксикације и деконтаминације простора загађених вештачким ђубривима, индустријским тешким металима (*жива, олово, цинк*) и други токсичним једињењима (*арсен, цијаниди*) и отровним гасовима.²¹ Пошто биљке добро апсорбују и акумулирају претходно побројане токсичне елементе из земљишта и вода њихова улога је веома значајна у ремедијацији. Истраживања показују да биљке тешке метале и друге токсичне материје усвајају на један од следећа три начина:

1. стварно искључивање где се металима не дозвољава да уђу у биљке;
2. искључивање избојака при чему се метали гомилају у корену биљке, а транслокација избојака изостаје;
3. акумулација где се метали нагомилавају у биљним деловима.²²

У зависности од начина на који биљке апсорбују метале из контаминираниог подручја и начина на који пречишћавају исто настале су неке од најзначајнијих техника екоремедијације.

У поступку деконтаминације угроженог подручја применом екоремедијације примењују се углавном технике фиторемедијације и биоремедијације. У технике фиторемедијације убрајају се: фитоекстракција, фитостабилизација, фитоволатизација, ризофилтрација. У технике биоремедијације убраја се регенерација подручја применом микроорганизама.

Једна од најчешће примењиваних техника екоремедијације земљишта и вода јесте фиторемедијација. Термин „фиторемедијација“ настао је спајањем „грчке речи **фито** - *phito* што значи биљка и латинске речи *remedium* значи поновно успостављање равнотеже.“²³ Међу првим истраживачима и биолозима који користе овај појам у техникама за санацију контаминираниог земљишта и вода убраја се др. И. Раскин који је истакнути предавач на Рутгерс школи и стручњак из области биотехнолошког центра за пољопривреду и екологију.²⁴ Раскин је као члан стручног тима у Чернобилу истраживао и спроводио анализу здравствене исправности хране произведене на подручју Чернобила после нуклеарне катастрофе, па је тако испитујући земљиште и његову загађеност приметио да одређене биљке на загађеном подручју могу довести до екоремедијације земљишта. Појам фиторемедијација одомаћио се у употреби управо због тога што одређене зелене биљке имају способност да излуче одређену концентрацију елемента у екосистему. Сам третман фиторемедијације је релативно „нов“ тј. његова примена започела је током 80-их година XX века. О прогресу и ефикасним резултатима овог

²¹ Утринов, Д. Стојанов, А. (2010) Биоремедијација у третману загађеног земљишта, објављено у: „Заштита материјала“, 51 број 4, стр. 237 – 244

²² Kamal, M., Ghalya, A.E., Mahmouda, N., Cote, R. (2004): Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. Environment International 29, 1029– 1039.

²³ Prasad, M.N.V., Freitas, H.M.O (2003): Metal hyperaccumulation in plants - Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. Electronic Journal of Biotechnology Vol. 6, No. 3, 225-321.

²⁴ Извор: http://plantbiology.rutgers.edu/faculty/raskin/Ilya_Raskin.html, прегледано: март, 2017.

концепта и његове примене сведочи чињеница да је већ тестиран на више од 200 локација широм света. Овај концепт је потпуно еколошки прихватљив. Концепт детоксикације загађењог подручја врши се на основу технологије које користе биљке које повољно утичу на разградњу, метаболизам или детоксификацију различитих загађења земљишта. Ове технике су веома популарне и ефикасне за смањење утицаја штетних материја из тла, воде и ваздуха. После таквог третирања тла, то подручје се може вратити првобитној намени, односно на њему се може производити храна. Осим биљака, организми који суделују у фиторемедијацији су биљкама придружени микроби, као и гљиве. Да гљиве имају великог утицаја у фиторемедијацији контаминираног земљишта потврдио је професор Франз Ланг из Монтреала у оквиру истраживања улоге и утицаја бактерија и гљивица на фиторемедијацију. У оквиру истраживања истиче да: „биљке нису те које су кључне за чишћење тла, већ симбиотски микроорганизми на корену“.²⁵

На основу претходних разматрања евидентно је да фиторемедијација представља широк спектар различитих технологија заснованих на примени природних решења – употребе биљака и биљних врста природних или евентуално енетски модификованих које су отпорне на контаминацију тла, воде и ваздуха и које уклањају штетне материје из животне средине кроф поступак фотосинтезе.²⁶ Сам концепт фиторемедијације и његова примена у деконтаминацији загађењог земљишта и вода је релативно нов појам иако се у пракси овај начин уклањања отпада примењује одавно, односно постајала су сазнања да неке биљке које расту на земљиштима богатим металима и другим токсичним елементима имају развијену способност да акумулирају знатне количине присутних метала у своја ткива без показивања токсичности. Ову појаву приметили су су бројни истраживачи који су почетком 80-тих година прошлог века предложили да се примењују биљке као хиперакумулатори у ремедијацији тла које је заражено тешким металима.²⁷ Познато је фиторемедијација металом загађењог земљишта представља веома повољан и економичан метод за санацију земљишта и његову поновну употребу. Такође, фиторемедијација металом загађењог земљишта садњом биљних култура представља квалитетно решење а засађење биљне културе поред пречишћања земљишта нуде и велики потенцијал за комерцијални развој и стављање истих у различиту употребу. Такође, предност примене техника фиторемедијације огледа се о њиховој применљивости за чишћење великих површина жемљишта и/или вода које су контаминирани различитим металима у распону од ниских до средњих концентрација. Водена подручја са високим садржајем концентрација тешких метала не могу бити очишћења овом техником, јер просто биљке не могу опстати у тако суровим условима и не могу довољно брзо напредовати. Треба узети у обзир и чињеницу да се као техника фиторемедијације користе различите биљке у зависности од различитих врста метала који се налазе у структури земљишта или воде контаминираних подручја.

Управо због тога у пракси разликује више техника фиторемедијације а најпознатије су:

²⁵ Извор: Мијат, В. доступно на: <http://www.zdravasrbija.com/Zdrava%20Srbija/1684-Bilje-spasava-covecanstvo.php> или <https://www.agroklub.com/>

²⁶ Salt, D.E.; Smith, R.D. and Raskin, I. (1998): Phytoremediation. Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology, , Vol. 49, 643-668.

²⁷ Brown, S.L. Chaney, R.L., Angle, J.S., Baker, A.J.M. (1995): Zinc and Cadmium Uptake by Hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* and Metal Tolerant *Silene vulgaris* Grown on Sludge-Amended Soils. Environ. Sci. Technol. 29 (6), 1581–1585.

- » **Фитоекстракција** – је техника коришћења биљака за рекултивацију и опоравак загађеног географског подручја које имају велику биомасу, а која су отпорна и поседују добру могућност акумулације тешких метала и других штетних једињења која доспевају у земљиште из индустријских постројења. Биљке које се користе за ову врсту регенерације морају имати добру способност да штетне материје из земље преко корена „пренесу“ у надземне делове биљке који се потом уклањају и неутралишу одговарајућим агротехничким мерама;
- » **Фитостабилизација** – подразумева технику екоремедијације загађеног тла, односно целокупног географског локалитета применом биљака које су погодне да својим кореном обезбеде „чишћење“ тешких метала и њихових једињења. Другим речима, биљке својим кореном везују земљиште и његов састав (*тешке метале*), спречавају његово отицање преко подземних вода и имобилизира тешке метале чиме се смањује њихова штетност по околину. Стручњаци саветују примену оних биљака које су толерантне на велике концентрације тешких метала и имају јаке коренасте делове;
- » **Ризофилтрација** – је техника екоремедијације загађених вода применом кореновог система биљака којесу погодне за апсорпцију и адсорпцију тешких метала и њихових једињења из воде. У ову сврху се примјењују оне биљке које обезбеђују пречишћавање воде од тешких метала и других штетних једињења која у воду доспевају из индустријских постројења или са депонија отпада и шљаке. Биљке које се примењују имају изразиту коренску масу којом обезбеђују уклањање контаминираних материја из воде, док се штетне материје и потенцијални отрови акумулирају у коренском систему биљке.
- » **Фитоволатилизација** – је екоремедијациона техника употребе биљака за неутрализацију загађења земљишта одређеном врстом тешких метала. Обично је реч о употреби биљака које својим системом корена везују тешке испариве метале а затим их преко листа отпуштају у атмосферу. У ову сврху користе се оне врсте биљака које обезбеђују измену токсичних материја тла и/или воде у нетоксичне и које преко фотосинтезе и листова отпуштају у атмосферу.²⁸

Поред побројаних техника фиторемедијације, аутори као што су Салт²⁹ и други у технике фиторемедијације убрајају још и:

- » **Фитодеградација (фитотрансформација)** – која подразумева разградњу штетних материја из земљишта захваљујући метаболитичким процесима биљака.
- » **Ризодеградација (фитостимулација)** – која у суштини подразумева разградњу штетних материја доспелих у земљишту из индустрије

²⁸ Подела се може наћи код више различитих аутора, као на пример: Prasad i Freitas, 2003; Gardea-Torresdey *et al.*, 2005; Raskin *et al.*, 1997; Salt *et al.*, 1998; Cunningham *et al.*, 1997; Ensley, 2000

²⁹ Salt, D.E.; Smith, R.D. and Raskin, I. (1998): Phytoremediation. Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology, , Vol. 49, 643-668.

захваљујући микроорганизмима, чија је активност повећана присуством ризосфере;

» Употреба биљака за смањење штетних материја из ваздуха и друге.³⁰

Илустрација техника фиторемедијације загађених земљишта дата је на слици 2.



Слика 2. Илустрација техника фиторемедијације које се користе у деконтаминацији земљишта

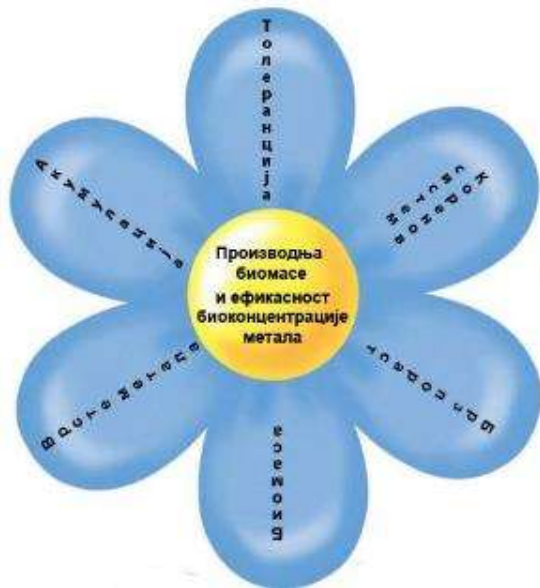
(Нешић, Н.(2011), „Фиторемедијација и биљке погодне за фиторемедијацију вода загађених тешким металима“, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду, стр. 16

Технике фиторемедијације су веома значајне у ремедијацији земљишта нарочито оних подручја која су заражена тешким металима јер исти изразито токсично делују на сва жива бића таложећи се у организму без могућности њиховог излучивања. Индустриска производња, пестициди из пољопривреде и други бројни фактори који у земљу доспевају након примене могу заостајати у тлу или ући у водене токове, а потом доспети директно у прехранбени ланац. Зато је веома важно одабрати квалитетан процес фиторемедијације. Управо због тога, биљке које се примењују у рекултивацији земљишта и смањењу степена загађења тла морају бити такве врсте да их животиње не воле јести. У поступку фиторемедијације углавном се бирају биљке које имају способност да на таквом терену санирају, ублаже и/или у потпуности неутралишу токсичне материје из земљишта. Поред ове особине биљке треба да задовољавају и друге особине у које се убрајају: раст и развој биљака у конкретной локалној средини, могућност искоришћења одређених делова биљке, једноставност засадног материјала и способности да биљка

³⁰ Salt, D.E.; Smith, R.D. and Raskin, I. (1998): Phytoremediation. Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology, , Vol. 49, 643-668.

упије максимане количине штетних материја из земљишта и воде.³¹ Другим речима, ефикасност неке од примењених техника екоремедијације у великој мери зависи управо од особина биљака. Биљке које поседују „могућност брзог стварања велике биомасе и могућност усвајања метала у избојцима у великим количинама“³² значајни су за рекултивацију великих површина као што су површински копови рударских басена. Овај податак је од нарочите важности јер се на коповима термоелектрана и површинских руда углавном спроводи фиторемедијација биљним културама које веома брзо упијају метал из земљишта а притом дају високе приносе у биомаси чиме се постиже вишеструка корист.

Особине које биљке треба да испуне да би се ефикасност користиле за процес фиторемедијације треба да: имају добро разгранат корен, да буду толерантне на високе концентрације метала, поседују добар потенцијал за производњу велике биомасе у пракси, имају брз прираст, и сл. Илустрација особина идеалне биљке за фиторемедијацију дата је на наредној слици.



Идеалне особине биљака које се примењују у екоремедијацији земљишта су:

- » Акумулација;
- » Врста метала;
- » Брз раст;
- » Биомаса;
- » Коренов систем;
- » Толеранција.

Слика 3. Особине идеалне биљке за фиторемедијацију
(Нацртано према Clemens et al., 2002; Pilon-Smits i Pilon, 2002)

Фиторемедијација је веома спор процес који захтева знатно више времена за ремедијацију у односу на неке од механичких метода којима се може спровести посупак ремедијације загађеног земљишта. Разлог за спор опоравак земљишта поступком фиторемедијације ограничен је како растом и развојем биљака на том подручју тако и утицајем климатских промена, затим годишњим добом, осетљивошћу биљне културе на паразите, штеточине и болести. Такође, ефикасност фиторемедијације је веома често ограничена и самим утицајем развоја кореновог система биљне културе која се примењује на датом подручју, саставом и структуром земљишта, утицајем и

³¹Извор:<https://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/fitoremedijacija-bilje-spasava-covjecanstvo/14210/>

³² Kumar, P.B.A.N.; Motto, H. and Raskin, I. (1995): Rhizofiltration: The Use of Plantsto Remove Heavy Metals from Aqueous Streams. Environmental Science and Technology, 29, 5, 1239-1245.

присуством тешких метала и других „нечистоћа“ на састав и структуру земљишта. Фиторемедијација добре резултате показује на теренима која су контаминирана ниским концентрацијама углавном органских једињења, док слабије резултате даје код контаминације тла изазване комбинованим органским и неорганским једињењима и на местима на којима је јаче изражена контаминација. Дакле, фиторемедијација је пожељан и опрездан процес рекултивације и санације благо до умерено контаминираних земљишта. Рецимо на површинским коповима рударских басена као и на одлагалиштима пепела и шљаке овај процес даје веома повољне и квалитетне резултате. Највећа мана поступка фиторемедијације је време рекултивације, дугорочни напори да се одгаји засад и да се више година или деценија да се на одређеном подручју смањи ниво загађења. Ипак, процес фиторемедијације има и низ својих предности, а то су: реч је о природном процесу рекултивације и деконтаминације земљишта, за одржавање засада захтевају се мала инвестициона средства, биљке расту захваљујући природним условима, биљке користе сунчеву енергију, воду и емитују у ваздух кисеоник. Трошкови засада и одржавања истих знатно нижи у односу на хемијске и механичке методе деконтаминације и до преко 10 пута.³³

Технологија која се све више користи за рекултивацију земљишта деградираних рударством је фиторемедијација. Употреба различитих врста биљака директно на контаминираним тлу резултира у уклањању загађујућих материја, првенствено тешких метала (НМ), ако се транспортују у надземни део постројења који се уклања са локације³⁴ у процес фито-екстракције или они остају имобилисани у подземним деловима постројења током процеса фитостабилизације.³⁵ Биоконцентрација тешких метала у биљним материјама зависи од врсте тешких метала, карактеристика тла, садржаја ТМ у тла и његову биорасположивост и генетске, физиолошке и морфолошке карактеристике биљке. Примарни циљ рекултивације земљишта деградираним рударским и индустријским активностима је смањење ризика за људско здравље, али да би такви пројекти били одрживи од енергетских, еколошких и економских аспеката, потребно је да будуће постројења буду у будућности.³⁶

Контаминација земљишта деградираних индустријским активностима искључује их од узгоја усева коришћених за исхрану људи или животиња, тако да идеја о употреби за производњу енергетских култура има све више присталица.³⁷ Недавно објављени резултати показују да је економски оправдана производња енергетског корпуса у подручјима напуштених рудника или у близини активних рудника.³⁸ Добијени приноси

³³ Soumya Chatterjee et al. (2005), Phytoremediation Protocols: An Overview
https://www.researchgate.net/publication/237009400_Phytoremediation_Protocols_An_Overview

³⁴ HAZANT A., KHAN E., SAJAD M.A. Phytoremediation of heavy metals – concept and applications. Chemosphere 91, 869, 2013.

³⁵ RADZIEMSKA M., VAVERKOVÁ M.D., BARYŁA A. Phyto stabilization—Management Strategy for Stabilizing Trace Elements in Contaminated Soils. International Journal of Environmental Research and Public Health 14, 958, 2017.

³⁶ HOU D, AL-TABBAA A. Sustainability: A new imperative in contaminated land remediation. Environmental Science and Policy 39, 25, 2014.

³⁷ KOUSEN J., KEENE T., MARRA M., GUTTA B. Reclamation of mined land with switchgrass, miscanthus, and Arundo for biofuel production. Journal American Society of Mining and Reclamation 2 (1) 177, 2013.

³⁸ GELFAND I., SAHAJPAL R., ZHANG X., IZAURRALDE R.C., GROSS K.L., ROBERTSON P. Sustainable bioenergy production from marginal lands in the US Midwest. Nature 493, 514, 2013.3.

су упоредиви, иако редовно нижи, од просечних приноса добијених на пољопривредном земљишту. Треба се избегавати култивацију енергетских култура на обрадивом земљишту јер се користи за производњу хране.³⁹

У Републици Србији производња агроенергетских усева није довољно развијена, али се током процеса придруживања ЕУ очекује да ће се узгајање ових усева на *brownfield* локацијама интензивирати, па је истраживање неопходно.

У наредним тематским целинама рада разматрају се *brownfield* локације у Србији које су у власништву ЕПС-а и могућности њихове екоремедијације. Под *brownfield* локацијама подразумевају се све оне локације које су у недовољној мери искоришћене или су напуштене, као и локације које су тренутно запуштене а припадале су различитим индустријским објектима. Ове локације обично се налазе у централним зонама и изгубиле су своју првобитну намену, или је њихова првобитна намена постала нерентабилна и неисплатива за даље коришћење. Да би се ове локације искористиле за другу намену, тј. та би се обезбедила пренамена истих неопходно је спровести процес ремедијације. *Brownfield* локације су се углавном у урбаним срединама користиле за индустријска постројења, а последице тог коришћења су еколошка оптерећења и загађења, затим руинираност земљишта и његова токсикација различитим производним процесима, објектима и сл. Најпростије речено, ове локације *brownfield* обухватају шири пословних комплекс различитих индустријских предузећа у многим градовима и негативно утичу на ширу друштвену заједницу и животну средину, како у економском тако и у естетском, еколошком и друштвеном погледу. После првобитне намене ових локација као потпуно природно намеће се питање њихове ремедијације и враћања у првобитно стање или такво стање које не ремети и не утиче негативно на животну средину и ширу друштвену заједницу. Решавање проблема *brownfield* локација је више него сложен задатак у који морају бити укључени различити друштвени субјекти, а резултат решења је пун неизвесности, повећаних ризика и трошкова повезаних са њиховом реконструкцијом и поновним коришћењем. Враћање природи ових локација такође изискује поред финансијских ресурса, добру правну регулативу, залагање и интересовање јавности и шире друштвене заједнице. Циљ заштите животне средине треба да буде интерес како произвођачима, предузетницима и индустријалцима, тако и локалним самоуправама, а на крају и свим грађанима који гравитирају одређено географском подручју на коме се одређена *brownfield* локација налази, како би се што пре и што ефикасније спровео поступак њене пренамене и новог начина коришћења.

Један од начина за превазилажење проблема напуштених и *brownfield* локација ЈП ЕПС састоји се у узгоју и потенцијалима производње *miscanthus*-а на деградираним активностима електроенергетске индустрије Србије у близини РБ Колубара (откривка од рудника угља отвореног простора и одлагања пепела и термоелектране) с циљем да се анализирају могућности одрживости развој области након затварања електране.

У целинама које следе анализирају се *brownfield* локације у Србији и могућност њихове екоремедијације са посебним освртом на *brownfield* локације ЕПС-а и анализу могућности и оправданости њихове екоремедијације.

³⁹ ЕВРОПСКА АГЕНЦИЈА ЗА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ. Извештај 6/2013, потенцијал ЕУ за биоенергију са перспективе ефикасности ресурса, Уред за публикације Европске уније: Луксембург, 60, 2013.

3. **BROWNFIELD** ИНВЕСТИЦИОНЕ ЛОКАЦИЈЕ У СРБИЈИ

Проблеми загађења су често дуговечни, а највећи проценат загађења природе настао је дејством и утицајем човека и његових свакодневних активности. Нарочито су критична и проблематична кумулативна загађења животне средине која настају у индустријским постројењима и дугорочно угрожавају животну средину загађењем земљишта, воде и ваздуха. Како се емисије таквих кумулативних загађујућих материја настављају, њихова укупна акумулација у земљи, ваздуху, води и живим бићима непрекидно се повећава па је нужно обезбедити заштиту истих и смањење концентрације штетних материја у целини. Анализе граничних трошкова оштећења од загађења о којима је укратко било речи у претходним целинама рада углавном имају краткорочан ефекат, за дугорочније заштитне мере, нарочито кумулативних загађујућих материја које долазе од стране напуштених индустријских постројења и сл., неопходне су дугорочније и опсежне мере, другачија врста анализе и специфичне политике контроле. Питање кумулативних загађујућих материја нарочито је важно за глобалне загађујуће материје. Угљеник, метан и хлорофлуоругљеници емитовани у атмосферу присутни су деценијама и имају глобалне ефекте. Ови и слични загађујући материјали потичу од индустријске, грађевинске саобраћајне и друге инфраструктуре које имају велики негативан утицај на животну средину и глобалне климатске промене у структури градова и сам процес настанка *brownfield* локација.⁴⁰

У претходним разматрањима евидентно је да, услед различитих фактора, настају *brownfield* (*браунфилд*) локације. Ове локације углавном су смештене у урбаним срединама градова и припадају делу изграђеног подручја у градовима, приградским местима или индустријским зонама, а својом појавом и пасивном активношћу знатно утичу на ширу друштвену заједницу у економском, естетском и социјалном смислу. Могућност пренамене ових простора је веома комплексан и неизвесан задатак који захтева детаљну и свеобухватну студију о примени одговарајућих мера деконтаминације и пречишћавања подручја од потенцијалних загађења изазваних емисијом штетних материја у земљиште, воду и ваздух пре него што се исти стави у поновну употребу за неку другу намену или „врати“ природи. Сложеност овог проблема додатно је повећао пад традиционалне индустрије и занемаривање некадашњих индустријских локација, због стварног или потенцијалног загађења који оставили су ожиљке на урбани пејзаж градова широм европског континента током и после индустријске револуције. Преглед појма, дефиниција и најзначајнијих *brownfield* локација треба управо започети прегледом европске и америчке литературе који су се релативно први суочили са проблемом *brownfield* локација изазваних напуштањем индустријских погона и затварањем фабрика.

⁴⁰ Перовић, Куртовић-Фолић, 2012

3.1. ПОЈАМ И ДЕФИНИЦИЈА *BROWNFIELD* ЛОКАЦИЈА

Није лако и једноставно дефиниати појам *brownfield* локација. У пракси се не може наћи једнообразна и универзална дефиниција наведеног термина, већ само оне дефиниције које су најраспрострањеније, а долазе из различитих земаља. У најшире прихваћене дефиниције *brownfield* локација убрајају се дефиниција из САД-а, Европске Уније и Велике Британије.

Прва употреба појма *brownfield* појављује се почетком 80-тих година прошлог века. Појам се користио углавном за описивање процеса модернизације постојећих челичних постројења у Америци⁴¹ како би означио претходну функцију али не и ниво контаминације земљишта.

Своју дефиницију појма *brownfield* локације дала је и Америчка агенција за заштиту животне средине⁴² у којој се под *brownfield* локацијама подразумевају „напуштени или недовољно искоришћени индустријски, саобраћајни и други комерцијални објекти чију експанзију или поновни развој угрожава стварно или потенцијално загађење животне средине.“⁴³

Од првих дефиниција појма *brownfield* па до оних које се данас најчешће примењују протекло је скоро три деценије. Једну од општијих дефиниција овог појма сусреће се у документу из 2001. године који описује „ревитализацију *brownfield* локација и очување природне средине“⁴⁴. У документу се наводи да: „се под *brownfield* локацијом подразумева локација чија експанзија, обнова или поновно коришћење могу бити угрожени присуством или потенцијалним присуством опасне супстанце, загађивача или загађења“⁴⁵ па је исту пре поновне употребе неопходно ревитализовати и деконтаминирати. Претходне констатације могу се уочити и у разматрањима других истраживача и аутора из области заштите животне средине. На пример, Јаунт (*Yount*) истиче да *brownfield* локације треба да поседују низ општих и специфичних одређења – својстава као што су:

- » тренутна и претходна намена локације,
- » просторни обухват,
- » ниво контаминаности,
- » тип и ефекат контаминације,
- » могућност и потенцијал за поновни развој.⁴⁶

На основу претходно побројаних детаља који би били наведени у дефиницији *brownfield* локације могло би се недвосмислено окарактерисати о ком типу локације се ради, као и начинима на које је могуће да креатори политике одрживог развоја, као и

⁴¹ Capital Needs for Modernization and Expansion, 1980,

доступно на: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015004575760;view=1up;seq=322>

⁴² U.S. Environmental Protection Agency – USEPA – доступно на: <https://www.epa.gov/>

⁴³ Ellerbusch, F. (2006), Brownfields: Risk, Property, and Community Value, Local Environment, 11(5): pp.559-575

⁴⁴ Brownfields Revitalization and Environmental Restoration Act - BRERA

⁴⁵ US Congress (2001) Small Business Liability Relief and Brownfields Revitalization Act of 2001, Title II: Brownfields Revitalization and Environmental Restoration Act of 2001 (107-118). United States Statutes at Large, pp. 115

⁴⁶ Исто

практичари у решавању еколошких и економских проблема *brownfield* локација приступе истим и пронађу адекватно решење у санацији и ремедијацији истих на корист шире друштвене заједнице.

Неке од најсавременијих дефиниција *brownfield* локација истичу да су то локације или њени делови који имају одређени ниво контаминације али и потенцијал за поновни развој или употребу.

У Великој Британији се може наићи на сличну дефиницију *brownfield* локација, односно под овим локацијама подразумевају се претходно развијена земљишта тј. земљишта која су била запоседнута перманентном структуром (*изузев пољопривреде и шума*) и припадајућом фиксном површинском структуром.

Иако не постоји универзална дефиниција *brownfield* локације евидентно је да се оне посматрају као неизоставан део урбане историје чију је девастацију неопходно зауставити кроз различите стратегије засноване на различитим нивоима, почев од локалног преко регионалног, националног па све до међународног. Предности заустављања девастације урбаних делова града и градског земљишта има вишеструке предности. Међу привима истиче се смањење притиска на слободне и зелене зоне градова услед све веће потребе за грађевинским земљиштем, потом економске повољности коришћењем и обновом претходних грађевинских објеката који се више некористе у првобитне сврхе преко естетских и еколошких преимућстава. Стога је овим просторима неопходна урбана обнова усклађена са концептом одрживости и заштитом животне средине. О проблемима *brownfield* локације све се више говори и у земљама у транзицији.

3.2. УПРАВЉАЊЕ *BROWNFIELD* ЛОКАЦИЈАМА У СРБИЈИ

У претходној тематској целини поглавља дате су основне дефиниције појма *brownfield*. Евидентно је да дати појам нема једнообразну дефиницију као и то да се о поменутом појму и самом концепту веома мало зна у мањим земљама, као и земљама у транзицији. Тако је и код нас. Сам појам *brownfield* је веома мало познат у Србији. Иако је кроз медијске и привредне пројекте и програме одређени број грађана информисан са појмом *greenfield* инвестиција објашњење самог појма *brownfield* као рециклирања и деконтаминације урбаног земљишта и стављање истог у поновну употребу за друге сврхе уз истовремено унапређење животне средине, у Србији је изостало или је познато веома малом броју људи који се у оквиру својих пословних активности баве овом тематиком. Таква запажања наводе и недвосмислено указују на то да би теоријска утемељења, практични примери и струка требали под хитно да се мењају и да, кроз упознавање са суштинским одредбама овог појма и могућностима које пружа, појам *brownfield* инвестиционих локација приближи како државним органима, тако и локалним самоуправама. Такође, сагледавајући једну од најопштијих дефиниција самог појма *brownfield* у коме се као једна од особина истиче „поновно коришћење руинираних или напуштених градских локација“ кроз изградњу нових профитабилни, рекреативних и или здања од јавног значаја може унапредити свакодневни живот шире друштвене заједнице, уз очување животне средине и „зелених оаза“ онда постаје јасно колику улогу у

испитивању, обнављању и екоремедијацији *brownfield* инвестиционих локација центара, треба да има законска регулатива у Србији која како би испратила овакве пројекте и значајније их унапредила.

Евидентно је да се на територији Републике Србије налазе бројне *brownfield* локације које потичу од некадашњих индустријских постројења, фабрика које су у стечају или су затворене а које су географски лоциране на добрим и урбаним локацијама, индустријских комплекса, напуштених рударских копова и др., често у самом градском центру. Поред већ побројаних локација у *brownfield* локације сврставају се још и све неуређене области, насеља, речни водотокови и приобаља која се налазе у близини урбаних насеља. Последњих неколико деценија овакве локације су постале предмет интересовања бројних инвеститора у свету управо због могућности њихове пренамене и искоришћења повољних локацијских подручја и због атрактивности њиховог положаја. Са интересовањем инвеститора намеће се и питање саме ревитализације ових објеката. Први подухвати искоришћења *brownfield* индустријских локација у друге сврхе покренуте су САД-у а одмах потом у западној Европи. Данас се акценат ставља на истраживање могућности искоришћења и ремедијације *brownfield* локација земаља у транзицији. Сам процес обнављања и „пречишћавања“ *brownfield* локације од штетних материја које су током експлоатације доспеле у тло, подземне воде или ваздух релативно је спор и траје дужи временски период. Да би се добила потпуно „здрава“ средина чија је поновна употреба могућа *brownfield* локације имају више аспеката које треба да задовоље. У првом реду то је економски – *brownfield* локације су углавном изузетно добре локације у урбаним срединама. Заузимају површине које су веома добро повезане са саобраћајном инфраструктуром и налазе се на важним локацијама у градовима. Еколошки аспект *brownfield* локације треба да кроз поновну употребу и пренамену ове локације обезбеди и врати природи здраву животну средину. Социјални аспект односи се на то да са пренаменом *brownfield* локације мештани добију комфорнију и лепшу географску локацију чија је употребна вредност знатно већа и значајнија после спровођења ремедијације у односу на претходну ситуацију. Другим речима, кроз ремедијацију *brownfield* локације обезбеђује се стицање нових „економских вредности уз решавање одређених друштвених проблема.“⁴⁷

На пример, веома интересантне и повољне *brownfield* инвестиционе локације у земљама у транзицији су напуштени индустријских објекти, производне хале и комбинати, површински рударски копови, напуштени пољопривредни комбинати, железнички и саобраћајни коридори и сл.

Узроци настајања оваквих простора су различити. У нашој земљи они су створени као последица распада великих гигантских индустријских постројења, пропадања бројних државних предузећа са распадом СФРЈ, преласком предузећа из државне и друштвене у лошу и погубну приватизацију која је као резултат имала стечајне поступке прератних привредних „гиганата“, економске санкције током 90-тих, НАТО бомбардовање крајем 90-тих и бројни други узроци довели су до појаве ових локација. На тај начин се и даље стварају *brownfield* локације, деградира се и уништава

⁴⁷ Ревитализација браунфилд локација у Србији Анализа правног оквира, најбоље праксе и препоруке за побољшање, Београд, 2016. доступно на: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KXXZ.pdf

грађевински и инфраструктурни фонд ових простора, и пропуштају економски и други позитивни ефекти које би створила поновна употреба ових простора.

Brownfield локације се посматрају као неизоставан део урбане историје и меморије, па је потребно зауставити њихову девастацију. Коришћењем претходно изграђених простора, услед повећаних потреба за грађевинским земљиштем, смањено би се притисак на слободне зелене зоне градова.⁴⁸ Стога је овим просторима неопходна урбана обнова усклађена са концептом одрживости и заштитом животне средине. Другим речима, све ове индустријске локације представљају просторни ресурс одређеног градског језгра са значајним резервама инфраструктуре, грађевинског земљишта и зелене површине. Простор који се налази у овим зонама и те како може имати и нудити различите функције и садржаје, пре свега рекреативне, забавне, културне и услужне. Ефикасним коришћењем грађевинског земљишта, које је од стратешке важности за сваку локалну заједницу, могу да се створе услови за економски развој и унапреди квалитет живота у граду. Дакле, економски, еколошки и друштвено социјални аспект *brownfield* локација углавном је пресудан за ширу друштвену заједницу па се од предузећа која послују у оквиру их очекује да *brownfield* локације по експлоатацији уреде и да им обезбеде пренамену. Да би се пренамена локације извршила неопходно је спровести поступак ремедијације и из тла, подземних вода и ваздуха неутралисати све евентуалне штетне материје које могу угрозити животну средину.

Исплативост могућности пренамене *brownfield* локација исплатив је подухват уколико за тако нешто постоји адекватан план и стратегија развоја и пренамене исте. У реализацији *brownfield* инвестиција најважније је усагласити жеље и могућности да се пројекат изведе до краја. Почетни корак у целом пројекту је доношење одобрења за изградњу тј. пренамену *brownfield* локације, а у складу са применом важећих законских института и правних оквира. Терминологија која је код нас у употреби подразумева: реконструкцију, доградњу, адаптацију, санацију, изградњу *brownfield* локација. У нашем законодавном оквиру за сада не постоји прецизирана обавеза да компанија спроводи рушења постојећих објекта у циљу изградње новог објекта који је предвиђен планом.

Непотребан објекат у нашим индустријским компанијама се углавном спроводи/уклања на два начина, и то:

1. вољом власника објекта у складу са утврђеним тржишним принципима;
2. интервенцијом Државе у случају када се на конкретној локацији планира изградња зграде од општег друштвеног интереса.

Претходно побројани услови рушења *brownfield* локација могући су једино на добровољној основи или у случају већег друштвеног интереса да се такво земљиште изузме из поседа корисника (*улице, тргови, примарна инфраструктура*). Са друге стране, према важећим прописима, не могу чак ни под принудним мерама интервенисати и утицати на пренамену локације. Пренамена локације једино је могућа према важећим тржишним принципима.⁴⁹

Закон о планирању и изградњи⁵⁰ предвиђа могућност локалним самоуправама шрибавање одређених повољних географских локација у државну својину уколико

⁴⁸ Даниловић и др., 2008

⁴⁹ Сл. гланик, РС бр. 88/10

⁵⁰ Сл. гланик, РС бр. 88/10

процени да ту географску локацију може да „уновчнн“ на бољи и прихватљивији економски, еколошки и социо-културолошки начина, а према важећим законским механизмима и правним оквирима. Један од начина који се веома често користи је формирање јавно-приватних партнерстава и тзв. закључење Уговора о имплементацији, као саставни део просторних планова Општине. Још један од важних Закона којим се уређује однос својине између индустријских и привредних локација у урбаним градским срединама са локалним самоуправама јесте Закон о планирању и изградњи. Кроз овај закон и његове чланове формирају се адекватни прописи о просторном планирању и урбанизму, грађевинском земљишту и изградњи објеката. Просторним планом предвиђен је начин на који треба да буде уређена индустријска зона у урбаним градским срединама. Оно што је веома важно нагласити јесте чињеница да урбанистички планови градских зона треба да почивају на начелима одрживог развоја и да што функционалније задовоље различите потребе ширег друштвеног миљеа. Такође, урбанистичким плановима предвиђа се адекватна координација и фукационисање различитих привредних субјеката као и кооперација између суседних територијалних јединица и доступности јавним секторима. Урбанистички планови морају предвидети ефикасно коришћење јавних добара у домену исплативности, рентабилности, ефикасности, као и у домену доброг управљања, заштите и унапређења простора и квалитета живљења.

Примарни стратешки циљ Републике Србије састоји се у избору стратегија које ће обезбедити што квалитетнији и равномеран развој свих општина у Србији. Такође, просторним планом Србије дефинишу се приоритети просторног развоја и усаглашености са европским нормативима и стандардима у области планирања и уређења а у циљу успостављања што боље и квалитетније међународне сарадње. У том погледу, као примарни плански документ служи С просторног развоја РС, донета за целу територију РС. На жалост, у Стратегији се на свега два места појављује појам *brownfield* и начин његовог уређења, веома дискретно. Евидентно је да је активирање запуштених локалитета тј. *brownfield* локација у Републици Србији тек у повоју и да се о овој теми мора знатно интензивније, темељније и детаљније разматрати на ширем друштвеном нивоу и при планском уређењу развоја градова. У том погледу неопходно је планским актима обезбедити „банке локација“ на свим нивоима у Србији почев од локалног, преко регионалног па све до републичког. Такође, важно је поседовати топографске податке о географским локацијама и тако формирати базе података о локацијама планираним за изградњу, *brownfield* локацијама њиховој стратегији ремедијације и пренамене и сл. Формирањем прецизних топографских ГИС података о *brownfield* локацијама добијају се ефикаснији подаци о потенцијалним могућностима пренамене истих и формирању нове употребне вредности.

У наредним тематским целинама рада детаљније се анализирају, описују и издвајају *brownfield* инвестиционе локације ЕПС-а а у сврху евидентирања, формирања квалитетних база података и истраживања могућности екоремедијације истих. Циљ наредних тематских целина рада састоји се у теоријском и емпиријском истраживању улоге и значаја поступка спровођења плана екоремедијације *brownfield* инвестиционих локација ЕПС-а и могућностима и оправданошћу њихове пренамене.

4. **BROWNFIELD** ИНВЕСТИЦИОНЕ ЛОКАЦИЈЕ ЕПС-а

Формирање озбиљније легислативе, која усмерава урбану обнову *brownfield*-а у складу са принципима одрживости, повећало је потребу за регенерацијом напуштених простора у зелене отворене јавне градске просторе.⁵¹ Савремени развој града треба да садржи зелене просторе доступне локалној заједници алтернативним видовима саобраћаја у кругу од максимално 300 m од места становања.⁵²

У извештају о стању земљишта у Републици Србији који је приредило Министарство животне средине и просторног планирања (2009), између осталог, проучен је и квалитет земљишта градских зона и одређене концентрације опасних и штетних материја у земљишту. Неки од претходних резултата истраживања контаминације земљишта у близини пословних и индустријских комплекса истичу да деградација терена, превасходно земљишта настаје услед неконтролисаног испуштања опасних супстанци и продуката из производног процеса са супстанцама које се налазе као основни сировински састав тла на датој локацији. Локације на којима се одлаже чврсти отпад ако нису адекватно изграђене и опремљене нарушавају квалитет околног земљишта, површинских и подземних вода и представљају опасност за биодиверзитет и животну средину у целини.⁵³

Закон о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године („Сл. гласник РС“ бр. 88/2010) је најзначајнији документ којим се предвиђа стратегија просторног планирања и изградње индустријских и стамбених објеката, као и регионални развој земље. У овом документу указује се и на неке примарне потенцијалне проблеме савремене урбанизације Србије. У првом реду објашњавају се поступци одређених извора деградације и загађења земљишта и начини њихове санације и смањења. У највеће изворе загађивача земљишта истичу се рударски басени, јер они просторно посматрано заузимају и највеће површине. Два највећа рударска басена у нашој земљи су Колубарски и Костолачки басен где услед експлоатације рудних богатстава долази и до највеће деградације животне средине, па се морају у разматрање узети опежне мере како би се негативан утицај експлоатације руд из ових рудника свео на минимум. У најугроженија подручја ("hot spots") убрајају се поручја у непосредној близини рудника, као и индустријски објекти у њиховој околини. У значајне изворе загађења земљишта убрајају се: ТЕ Никола Тесла (ТЕНТ) са својом депонијом пепела, Копови у Лазаревцу са својом депонијом пепела и шљаке, као и ТЕ Костолац. Побројане и друге сличне локације захтевају предузимање свих расположивих превентивних мера за смањење загађења тла, вода и ваздуха током рада и експлоатације, као и корективне мере санације локација на којима је дошло до испуштања загађујућих матрија током престанка рада постројења, тј. спровођења поступка ремедијације.

⁵¹ Loures et al., 2006

⁵² Гркуља, М. (2015), Дефинисање методолошких принципа регенерације напуштених железничких коридора у Републици Српској, Докторска дисертација, Архитектонски факултет Београд, стр. 59

⁵³ Green Remediation: Incorporating Sustainable Environmental Practices into Remediation of Contaminated Sites; Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, US EPA 2008. (EPA 542-R-08-002)

У неколико стратешких докумената истиче да се пре поступка примене неке од техника ремедијације треба спровести квалитетан поступак идентификације присутних загађујућих материја на конкретном подручју, испитивање концентрације и удела ових материја на конкретној локацији као и њихов утицај на здравље њуди и животну средину.⁵⁴ Другим речима, све географске локације у урбаним срединама на којим се спроводе индустријске активности подлежу процени утицаја на човека, флору и фауну и квалитет живота. Уколико су концентрације загађујућих материја изнад прописаних вредности неопходно је спровести поступак пречишћавања тј. ремедијације простора на коме је дошло до загађења. Дакле, неопосредно по утврђивању прекорачења концентрација одређених штетних материја у земљишту, води или ваздуху емитованих из индустријских постројења приступа се третману или уклањању истих. Током поступка спровођења деконтаминације и ремедијације загађеног простора примењују се одређене технике ремедијације, које су доступне и исплативе. Циљ ремедијационих техника је минимизација антропогеног фактора и потпуно уклањање штетних материја или укљњање штетних материја до нивоа до кога неће неће представљати претњу по здравље људи и животну средину.⁵⁵

Веома је захтевно неку површину рекултивисати. Нарочито треба имати у виду да су поступци ремедијације и рекултивације земљишта веома сложени и често спадају у скупе пројекте. Због своје неизвесне профитабилности за потенцијалне инвеститоре *brownfield* локације постају неинтересантне и углавном остају напуштене што се коси са принципима заштите животне средине и са просторним планом у урбаним срединама. Ове површине по сваку цену морају се рекултивисати, а са добрим стратешким планом могу постати еко-браунфилд паркови, чији су основни принципи и структура усклађени са основним принципима одрживости као и заштитом биодиверзитета и просторних обележја локације.⁵⁶

Термоелектране продукују и огромне количине пепела који се неадекватно складишти обично у непосредној близини речних токова. Процедне воде са депонија загађују и подземне воде. Забрињавајући податак је да на одлагалиштима пепела у Србији има близу 170 милиона тона. Овај пепео генерисан је из ТЕ које обезбеђују око 2/3 ел. енергије за потребе ЕПС-а Србије и снабдевања потрошача.⁵⁷ Дакле, суштина бројних претходних као и овог истраживања састоји се у анализи могућности и начина за санацију и ревитализацију оштећених, загађених и угрожених екосистема и последица загађења, са циљем стварања здравије животне средине и унапређења услова живљења.

⁵⁴ Рамић, Е. Очување природних ресурса у изградњи санитарних депонија отпада применом TERROSTAB технологије. Рециклажа и одрживи развој 2008, 1(2), 113-118.

⁵⁵ Димовски, П.; Хојка, З.; Целетовић, Ж. (2012), Упоредна техно-економска анализа примене поступка одлагања пепела и шљаке из термоелектрана, топлана и металуршких постројења конвенционалним поступцима и враћањем истих "на место настанка" односно у просторе напуштених рудника уз претходну припрему и уз употребу савремених технологија одлагања, рекултивације и ремедијације и најсавременијих метода заштите, Рударски радови, број 4. стр. 91 - 102.

⁵⁶ Никезић, Јанковић, 2011

⁵⁷ Дражић, Г. (2011), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију "Футура", Београд, стр.

4.1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ЕЛЕКТРОПРИВРЕДИ СРБИЈЕ



„Јавно предузеће „Електропривреда Србије“ је привредни и енергетски ослонац земље.“⁵⁸ ЕПС-а у оквиру својих свакодневних пословних активности обавља послове из домена производње ел. енергије, електричне и топлотне енергије, дистрибуције електричне енергије и управљања дистрибутивним системом. Такође, ЕПС обавља експлоатацију лигнита, управљање економским субјектом као и делатност кабловским телекомуникацијама и др.

Мисија ЕПС-а је сигурно и квалитетно снабдевање купаца ел. енергијом по најповољнијим условима у односу на конкуренцију и стално подизање квалитета својих услуга. Поред тога, ЕПС води друштвено одговорно пословање и знатна средства издваја за унапређење заштитне животне средине и општу добробит заједнице у којој послује. У обављању својих пословних активности ЕПС представља друштвено одговорну компанију која је тржишно оријентисана. Током својих пословних активности ова компанија из године у годину профитабилно послује и сврстава се у ред успешних компанија конкурентних на ЕУ тржишту у области енергетике. Такође, ЕПС је компанија која има реномирани углед и утицај у регионалном развоју и позната је као добар и поуздан партнер свим предузећима.⁵⁹

Производни капацитети ЕПС-а састоје се од девет термоелектрана и топлана са укупно инсталисана 22 термоблока, шеснаест хидроелектрана са укупно инсталисаних 49 хидроагрегата, једну реверзибилну електрану са два агрегата и једно пумпно постројење са две пумпе. Укупна инсталисана снага капацитета ових постројења је 8.355 MW од којих се 5.171 MW производе у термоелектранама, 353 MW термоелектранама-топланама на природни гас и течна горива и 2.831 MW у хидроелектранама.⁶⁰

Максимална годишња производња електрана којима управља ЕПС, посматрано од 1990. године па до данас остварена је 2013. године када је произведено 37.433 GWh електричне енергије. Такође, ЕПС је највећи произвођач лигнита у Србији који управља рударским басенима Колубара и Костолац и производи 37 милиона тона лигнита годишње.

У производњи ел. енергије доминирају термоелектране и топлане. Од укупног инсталираног капацитета у производњи електричне енергије којим ЕПС располаже 70% инсталисане снаге припада термоелектранама и топланама, а 30% чини учешће хидроелектрана.

Подаци о најзначајнијим инсталисаним капацитетима којима ЕПС располаже без Косова и Метохије дати су у наредним табелама:

⁵⁸ Извор: <http://eps.rs/lat/Pages/Osnovne-informacije.aspx>

⁵⁹ Исти извор

⁶⁰ Извор: <http://eps.rs/Pages/Kapaciteti-ElEn.aspx>

Табела 1. Преглед термоелектрана у саставу ЈП ЕПС

Бр.	Термоелектрана	Локација	Број блокова	Инсталисана снага MW
1	ТЕ Никола Тесла А	Обреновац	6	1652
2	ТЕ Никола Тесла Б	Обреновац	2	1240
3	ТЕ Колубара	Црљени	5	271
4	ТЕ Морава	Свилајнац	1	125
5	ТЕ Костолац А и Б	Костолац	4	921
Укупна инсталисана снага (MW):				4209

Извор: ЕПС, подаци за 2016. годину

На основу илустровних података у претходној табели евидентно је да од укупно инсталисаног капацитета од 4209 MW, ТЕ „Никола Тесла А и Б“ припада снага од 2.892 MW. Годишња производња само у овој ТЕ износи 17.263 GWh, што чини око 47% производње електричне енергије ЕПС-а, а годишња производња у 2016. години остварена радом побројаних ТЕ износила је 25.106 GWh, што чини око 69% производње електричне енергије ЕПС-а. Свакако у ову статистику убраја се и рад ТЕ-ТО које раде у саставу Панонских ТЕ-ТО са следећим инсталисаним капацитетима:

Табела 2. Преглед термоелектрана-топлана у саставу ЈП ЕПС – панонске термоелектране топлане

Бр.	Термоелектрана-Топлана	Број блокова	Инсталисана снага на прагу (MW)
1	ТЕ-ТО Нови Сад	2	208
2	ТЕ-ТО Зрењанин	2	125
3	ТЕ-ТО Сремска Митровица	3	45
Укупна инсталисана снага (MW):			378

Извор: ЕПС, подаци за 2016. годину

Као што је већ речено ЕПС располаже и са 16 хидроелектрана чија је укупна инсталисана снага 2936 MW. На основу ових инсталисаних капацитета годише се произведе око 11.308 GWh, што чини око 31% производње електричне енергије ЕПС-а. Највеће су ХЕ „Ђердап 1 и 2“ са инсталисаном снагом 1369 MW, и оне учествују са годишњом производњом од 7072 GWh, што чини око 19% производње електричне енергије ЕПС-а. Друге по реду и важности у производњи и дистрибуцији ел. енергије су „Дринско-Лимске ХЕ“. Укупно инсталисана снага у ових 9 ХЕ је 1359 MW, а ове ХЕ годишње произведу око 3760 GWh, што чини око 10% производње електричне енергије ЕПС-а. Са својим производним капацитетима ЕПС представља ефикасан ослонац привреди и грађанима Србије и поузданог партнера у промоцији одрживог развоја у економском, социјалном и еколошком смислу. Такође, ЕПС кроз концепт друштвено одговорног пословања настоји да допринесе развоју и благостању заједнице у којој послује.

Менаџмент ЕПС-а своју пословну политику заснива на стратешким принципима који децидно јасно наглашавају да се профитабилност и пословни успех компаније не

мери искључиво резултатима у бројкама, већ залагањем и очувањем природе кроз друштвено одговорно пословање и заштиту животне средине. У том погледу, мисија ЕПС-а је, поред профитабилног пословања, успостављање системских решења која ће унапредити квалитет живота и заштиту животне средине на дуже стазе. „Зато ЕПС сву своју пажњу усмерава на заштиту животне средине, друштвено одговорно пословање и развој свести о значају здраве животне средине за друштво у целини. Како би смањило емисију штетних материја који се из постројења овог гиганта неминовно емитују у земљиште, воду и ваздух, ЕПС значајна финансијска средства издваја на изградњи филтера и спровођењу других превентивних мера како би се овај негативан утицај што интензивније смањило. Такође, ЕПС значајна средства издваја за поступке ремедијације одређених напуштених локација и погона који су у његовом власништву. И на крају, ЕПС свој рад и производњу ел. енергије усклађује са нормативима како домаћег, тако и законодавства Европске уније.“⁶¹

Кроз свој рад, а у складу са националним и међународним директивама о заштити животне средине, ЕПС се обавезала да стално побољшава стање на пољу заштите животне средине. Стално побољшање стања на пољу заштите животне средине представља основни циљ политике заштите животне средине ЕПС-а, усвајањем ефикасних програма заштите животне средине, као и обезбеђењем материјалних и других средстава за ове програме.

У планским и програмским документима ЕПС-а истиче се континуални развој унапређења, праћења и извештавања о резултатима унапређења и заштите животне средине у својим постројењима. Такође, наглашава се да ће проблематика заштите животне средине у ЕПС-у бити решавана на систематичан, објективан, сврсисходан и транспарентан начин. У својим планским активностима за период 2010 – 2020. година ЕПС истиче да ће се успоставити и одржавати комуникација са заинтересованим странама и другим релевантним организацијама, у циљу размене неопходних информација. Ова политика ће бити доступна свим заинтересованим учесницима. ЈП ЕПС редовно објављује информације о својим резултатима на пољу заштите животне средине кроз своје публикације као што су: „Зелена књига“, „РБК и енергетика“ и др. у којима истиче све значајне активности на пољу заштите животне средине при обављају своје основне пословне делатности. Кроз претходна разматрања евидентно је да ЕПС око 70% своје ел. енергије производи из термоелектрана. Значајна пословна активност ЕПС-а састоји се и у производњи и продаји угља са површинских копова Колубарског басена. Ако се има у виду да термоелектране при својој производњи користе релативно застарелу технологију која емитује у ваздух, воду и тло извесне примесе опасних и штетних материја, онда се питање заштите животне средине на овим локалитетима мора узети у разматрање са великом пажњом и са анализом великог броја различитих и међусобно опречних фактора. Сам технолошки процес производње ел. енергије из термоелектрана је веома сложен и захтеван па с тим у вези неопходно је пратити квалитет рада ових постројења. Такође, националним и међународним директивама неопходно је унапредити пословни процес и производњу ел. енергије добијене из ТЕ уз поштовање највиших стандарда у заштити животне средине. У наредним тематским целинама овог поглавља акценат се ставља на анализу и сагледавање постојећег стања животне средине

⁶¹ <http://eps.rs/lat/Pages/Odgovorno-poslovanje.aspx>

на подручју термоелектрана и у непосредној близини истих. Такође, сагледавају се начини на и могућности како напуштене и *brownfield* локације ЕПС-а претворити у корисне средине и преуредити њихову намену, а сам поступак и процес ремедијације учинити економски исплативим и одрживим.

4.2. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА ПРИРОДНЕ СРЕДИНЕ

Регенерација *brownfield*-а се често посматра као пројекат за јавно добро, јер углавном припада непрофитабилним пројектима, којим се напуштени железнички коридори, напуштени рударски басени, индустријски објекти, постројења термоелектрана и сл. трансформишу у зелене коридоре и површине (*greenways*, *greenfields*). Зелени коридори и површине обухватају широк спектар зелених простора: линеарне отворене просторе успостављене дуж природног коридора и претворене у рекреативну намену; сваки природни или уређен правац за пешачење или возњу бицикла; конекциони отворен простор који повезује паркове, резервате природе, културна добра или историјске локалитете једне са другима и са насељеним подручјима, и одређене правце или линеарне паркове (*linear park*) означене као широк сценичан пут са зеленилом (*parkway*) или зелени појас (*greenbelt*).⁶²

Истраживање земљишта у градовима је важно како са научног, тако и са аспекта одрживог развоја, а потребе за екоремедијацијом у последње време све су очигледније и нужније. О проблему промене и деградације животне средине сведоче бројна теоријска и примењена истраживања, као и процене од стране УН-а које на почетку 21. века, износе податке да око половине светског становништва (3 милијарде) живи у урбаним срединама. Нужношћу, значају и потребама заштите и правилног коришћења земљишта у градовима у циљу планирања одрживог развоја градова и функционалнијег живота градског становништва бавили су се бројни аутори у свету⁶³ као и бројни домаћи аутори. Према спроведеним истраживањима земљишта у урбаним срединама посматрају се у контексту физички поремећених земљишта, тј. „антропогених земљишта“⁶⁴, на која је утицао човек својим радом и деловањем. Земљишта која нису физички поремећена, али је измењена њихова температура и влажност услед урбанизације такође спадају у градска земљишта.⁶⁵

У стручној литератури дате су различите дефиниције земљишта у градовима као на пример: „земљишни материјал који има неагрикултурални, вештачки површински слој моћности најмање 50 cm који је створен мешањем, пуњењем и загађивањем

⁶² Тркуља, М. (2015), Дефинисање методолошких принципа регенерације напуштених железничких коридора у Републици Српској, Докторска дисертација, Архитектонски факултет Београд, стр. 59

⁶³ Планирање одрживог развоја у урбаним и градским срединама у свету су истраживали бројни истраживачи као на пример: Craul, 1992; Schleuss et al., 1996; Evans et al., 2000; Dudal et al., 2002; Golubiewski, 2006; Kachenko and Singh, 2006; Lehmann and Stahr, 2007; Wieland et al., 2010; Hagan et al., 2012.

⁶⁴ Evans, C.V., Fanning, D.S. and Short, J.R. (2000). Human influenced soils, 33–67. In Brown, R.B., Anderson, J.L. and Huddleston, J.H. (ed.)- Managing Soils in a Growing Urban Area. Agronomy Monograph, 39. ASA, Madison, Wisconsin.

⁶⁵ Lehmann, A., and Stahr, K. (2007). Nature and significance of anthropogenic urban soils. Journal of Soils and Sediments, 7: 247–260. Craul, P. J. (1985). A description of urban soils and their desired characteristics. Journal of Arboriculture 11-11, 330-339.

површине тла у градским и приградским подручјима“.⁶⁶ У потенцијалне загађиваче градског земљишта који су широко заступљени у градској животној средини су:

- » **Олово** које се у прошлости користило као додаток боји и бензину,
- » **Арсен** који се нашироко користио за заштиту дрвета, као ђубриво и пестицид,
- » **Кадмијум** који је ушао у животну средину услед неконтролисаног спаљивања угља и смећа и
- » **Полициклични ароматични угљоводоници (ПАУ)** који се стварају приликом непотпуног сагоревања органске материје.⁶⁷

Загађивачи као што су: олово, арсен, кадмијум и ПАУ се могу пронаћи у вишим концентрацијама од дозвољених у близини индустријских постројења (нпр. производња пестицида, вештачких ђубрива, у близини термоелектрана и других индустријских постројења).

У табели је дат приказ максималних дозвољених концентрација (МДК) опасних и штетних материја према прописима Савезне Републике Југославије који и даље важи за Републику Србију. Такође, дат је и приказ МДК према правилнику већа Европе.

Табела 3. Максималне дозвољене концентрације (МДК) опасних и штетних материја у земљишту у Србији

Елемент	Сл.гласник РС број 23/1994	Правилник већа Европе 2092/91	(mg/kg ваздушно сувог земљишта)
			Правилник о методама органске биљне производње Сл.лист СРЈ, 51/2002
Кадмијум	3	2	0,8
Олово	100	100	50
Жива	2	1	0,8
Арсен	23	-	10
Хром	100	160	50
Никл	50	50	30
Флуор	300	-	-
Бакар	100	50	50
Цинк	300	150	150
Бор	50	-	-
Молибден	-	-	10
Кобалт	-	-	30

Извор: Кастори и сар., 2003

У тематским целинама овог поглавља детаљније се анализира стање и проблеми градског земљишта у Републици Србији у околини термоелектрана. Такође, у тематским целинама поглавља детаљније се анализира и описује улога, сврха и значај ремедијације

⁶⁶ Wieland, B., Leith, A. and Rosen, C. (2010). Urban Gardens and Soil Contaminants: A Gardener's Guide to Healthy Soil. Minnesota Institute for Sustainable Agriculture, St. Paul, Minnesota

⁶⁷ Извештај о стању земљишта у Републици Србији; Београд: Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине РС, СЕПА, 2009

земљишта у термоелектранама током експлоатације угља и процеса производње електричне енергије. Акцент је стављен на теренска истраживања и испитивање *brownfield* инвестиционих локација на подручју ТЕ Колубара, ТЕНТ А, ТЕНТ Б, Огранка ТЕ-КО Костолац, ТЕ Морава, ТЕ-ТО Нови Сад, ТЕ-ТО Зрењанин, ТЕ-ТО Сремска Митровица и Колубаре Прерада. У истраживању су заступљени просторни, еколошки, економски и социјални аспекти. Такође, у анализи, дескрипцији теренским истраживањима заступљена су и примењена досадашња стручна и научна истраживања, примењена и стручна литература у виду научних радова публикованих у респектабилним међународним и домаћим научним часописима, као и бројни извештаји и анализе међународних и домаћих асоцијација и агенција које се баве оценом стања земљишта и заштитом животне средине. У овој категорији најугроженијих подручја су и насеља у колубарском басену и подручја у околини ТЕНТ А и ТЕНТ Б. У угрожена подручја се убрајају сва она подручја на којима су прекорачене дозвољене граничне вредности. То су урбана подручја, подручја површинских копова угља, депоније пепела и шљаке, термоелектране и др. Ова подручја током експлоатације и рада испуштају опасне честице прашине и тешке метале чије честице доспевају у земљу, воду и ваздух, мешајући се са осталим честицама. У ситуацијама када оне пређу дозвољене вредности негативно утичу на људе, флору и фауну и квалитет живота у целини.

Политика компаније таква да својим стратешким решењима и пројектима утиче на квалитет пословних активности како би се смањила даља дерадација и угрожавање животне средине. Другим речима, ЕПС препознаје нужност ревитализације и деконтаминације деградиране и угрожене животне средине у непосредној близини рударских копова, термоелектрана и пратећих објеката на којима се стварају и акумулирају продукти сагоревања угља који са собом носе загађујуће честице и примесе тешких метала. Општи циљ деконтаминације и ревитализације оваквих простора је стварање квалитнијег амбијента и чисте животне средине. Као што је већ речено, код нас, у овој категорији најугроженијих подручја су насеља у колубарском басену. Насеља у У Обреновцу, Лазаревцу и Костолцу третирају се као загађена подручја са великим количинама летећег пепела насталог сагоревањем угља у термоелектранама и при процесу производње електричне енергије.

У поступку обезбеђења заштите животне средине и смањењу загађујућих материја на побројаним географским локацијама одређен је извесни стратешки приоритет који у првом реду хитности треба да обезбеди заустављање губитка земљишта и очување и побољшање његовог квалитета. За реализацију овог стратешког задатка неопходно је обезбедити квалитетну ремедијацију на одређеном контаминираном подручју и спровођење других техничких мера којима се ефикасно обезбеђује заштита од ерозије. Приоритетне активности у области заштитне животне средине обухватају пројекте у домену енергетике у оквиру којих треба пронаћи адекватне начине за смањење загађења, потом обезбедити начине за квалитетно складиштење и искоришћавање летећег пепела и шљаке. Поред тога, веома битно је и квалитетно одсумпоравање димних гасова у ТЕ Костолац и ТЕ Никола Тесла Б, одпепељавање ТЕ Никола Тесла А. Пре него што се детаљније пређе на анализу ремедијационих анализа и ремедијационе активности које треба предузети у смањењу девастираних површина побројаних термоелектрана у Србији важно је истаћи да је истраживање „Фондације Мрежа“ за промене југоисточне

Европе дошло до квалитативних података о неопходности санације термоелектрана и њихових блокова у земљама балканског региона од 2025. до 2030. године, због коришћења старих и непродуктивних ТЕ поступака који незадовољавају прописане ЕУ стандарде. Конкретно у Србији би требало да се измени опрема и начин производње електричне енергије на чак пет ТЕ објеката и то: термоелектране Морава, Костолац, „Никола Тесла“ и Колубара.

4.3. ОДАБИРАЊЕ НАЈПРИКЛАДНИЈЕГ МОДЕЛА ПРИМЕНЕ ЕКОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ

У претходним тематским целинама овог рада је описана анализа постојећег стања животне средине у околини термоелектрана у Србији. Евидентно је да термоелектране, рударски копови и пратећа постројења за производњу ел. енергије емитују одређени ниво загађујућих материја и отпадних продуката у земљу, ваздух и воду чиме ремете биодиверзитет и екосистем у извесној мери. Како би се спречила емисија штетних материја у земљу, воду и ваздух, а самим тим и спречило нарушавање животне средине у пракси се примењују различите мере и технике заштите. У овој тематској целини рада се разматрају адекватне технике и модели екоремедијације као веома признате и препознате технике и квалитетног основа за заштиту животне средине и излагање из кризе у коју је савремени човек доспео због свог односа према природној средини. Примена екоремедијације је један прави начин да се савремени човек осврне и да пронађе пут како да заштити своје окружење и животну средину. Технике екоремедијације подразумевају конкретне превентивне и куративне поступке за решавање проблема у животној средини с природним системима и процесима.

Избором и применом најприкладнијих техника екоремедијације успоставља се процес обнављања животне средине и заштита природних ресурса на потпуно природан начин. Одабрани и примењени екоремедијациони приступи по свом карактеру обично су вишенаменски, дугорочни и имају друштвено позитивне учинке јер повезују животну средину са економским и друштвеним развојем. Међу најпознатијим екоремедијационим техничким мерама и приступима су:

- » употреба одговарајућих пречишћивача отпадних вода на бази биљака,
- » примена поступка фиторемедијације у санацији загађеног земљишта,
- » коришћење одређених зона вегетације за заштиту вода,
- » тампон зоне за очување биолошке разноликости,
- » мере за смањење и заштиту од поплава и суша,
- » одрживе санације депонија.

Важан фактор за одрживи развој унапређења животне средине применом екоремедијационих техника на локацијама у околини термоелектрана, депонија пепела, површинских копова, као и на другим *brownfield* локацијама које су у поседу ЕПС-а јесте образовање и анализа ефеката примењених ЕРМ решења. Најприкладније технике ремедијационих пројеката које доводе до смањења негативног утицаја на животну средину треба примењивати и о њиховим ефектима и могућностима регенерације одређеног локалитета едуковати запослене у ЕПС-у. Приликом ископавања угља са

површинских копова рударских басена долази до деградирања земљишта и стварања јаловишта. Машине које копају угља првобитно скидају плодни површински слој земљишта, а потом се скидају слојеви јаловине да би се дошло до угља. Слој јаловине зависи од конфигурације терена. У овом слоју су најчешће непродуктивни слојеви земљишта који могу бити: шљунковите, глиновите или песковите структуре. Угља који се ископра транспортује се до термоелектране, док се слој јаловине настао у поступку експлоатације распоређује по околном земљишту. Неселективним одлагањем јаловине по површини земље, долази до таложења неплодног материјала на површини, а плодни површински слојеви доспевају на веће дубине. На површини настаје стварање тзв. депосола, а плодно земљиште се разара и уништава. Са појавом депосола настаје нова структура слоја земљишта са значајно деградираним способностима у односу на првобитно. Угља се на различите начине транспортује до термоелектрана. Сагоревањем угља у котловима термоелектрана уз производњу ел.енергије се као нуспродукти гомилају велике количине пепела и шљаке које се складиште на одређеном простору и доводе до деградације земљишта и подземних вода. Такође, четице пепела присутне су и у ваздуху и утичу на његов састав. Ови негативни утицаји морају се минимизирати и њихов утицај свести на најмању могућу меру и ону која је националним прописима и директивама ЕУ прописана и дозвољена. У том погледу веома је важно запослене и одговорна лица у ЕПС-у едуковати кроз различите програмске садржаје и предавања на тему значаја заштите животне средине. Нарочито треба имати у виду да се „земљиште у природи споро образује, а у процесу деградације брзо уништава.“⁶⁸ Ако се ово узме у обзир нужност за екоремедијацијом деградираних површина изазваних одлагањем јаловина и депосола у околини рудника и термоелектрана постаје још израженија. Како је рударство и експлоатација руда уско везана са физичком деструкцијом земљишта и има утицаја на „непосредну атмосферу, педосферу, хидросферу и живи свет, односно цели екосистем“ потребно је предузети адекватне мере и технике за ремедијацију ових површина.

Од неких досадашњих активности по питању заштите животне средине, санације и рекултивације земљишта током експлоатације угља могу се навести примери ЕПС-а који се предузимају у циљу минимизације проблема деградације земљишта. Ту свакако треба истаћи пример санације јаловишта, одлагалишта пепела и шљаке са површинског копна „Дрмно“ у Костолцу.

Од почетка производње угља са овог копа, која је започета крајем осамдесетих година прошлог века, тачније 1987 године у планским документима и елаборату о површинском копну итакнуто је да се са овог копа очекује годишња производња од око девет милиона тона угља уз 20 милиона тона отквивке. Такође, експлоатацију на копу „Дрмно“ мора паралелно да прате активности на скидању јаловине и одводњавању лежишта, уз истовремено решавање пратећих проблема као што су јаловишта, пепелишта и заштита животне средине. Уз доследно поштовање технологије откопавања и њеног унапређивања ради сталне и сигурне обезбеђености угљем свих термоелектрана, овај коп ће, према неким планским документима, задовољавати постојеће капацитете у наредних четрдесетак година. У том периоду се морају планирати све активности на

⁶⁸ Дражић, Г. (2010), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију Футура, Београд, стр.

експлоатацији, одводњавању, одлагању јаловине и пепела, рекултивацији одлагалишта, као и остале пратеће, а по закону обавезне активности на пољу заштите животне средине.



*Слика 4. Изглед површинског копа Костолац у близини ТЕ-ТО Костолац
(Преузето са: <http://www.te-ko.rs/>)*



*Слика 5. Поступак ремедијације отвореног јаловишта „Дрмно“ у руднику Костолац – 2012.год.
(Преузето са: <http://riokostolac.rs/sadržaj/stranica/rekultivacija/>)*

*Слика 6. Изглед засада 2016. године на јаловишту Дрмно после спроведене ремедијације
(Преузето са: <https://www.danas.rs/ekonomija/uredjeno-oko-30-hektara-zemljista/>)*

Као што се може приметити са претходних илустрација прекопавање великих површина земљишта има за последицу деградацију хумуса, поремећај структуре земљишта, деградацију биљних и животињских заједница које у њему имају станишта, односно ремети се читав екосистем на великом простору. Да би се земљиште вратило првобитној намни или се обезбедила адекватна пренамена овог простора и сачувао адекватан биопдиверзитет погодно је извршити рекултивацију земљишта. Под рекултивацијом се подразумева поновно успостављање биљних заједница (вегетације) на подручју деградираним површинском експлоатацијом.⁶⁹

⁶⁹ Дражић, Г. (2010), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију Футура, Београд, 178

Сагледавајући презентоване податке неких ранијих истраживања долази се до података да се приликом формирања одлагалишта (*депоније јаловина*) све до недавно није водило рачуна о биолошком саставу тла које се поставља на површини одлагалишта. Дешавало се да хумусни слој остаје затрпан слојем јаловине. Због таквог начина одлагања настајале су сасвим друге физичко–механичке и хемијске карактеристике које су додатно мењале и утицале на састав земљишта и његову плодност. Такође, услед различитих особина јаловине која се на дати простор складиштила целокупан састав је постајао веома хетероген, а често је садржао и одређене концентрације и примесе тешких и штетних метала (видети податке у табелама 4 и 5).

Табела 4. Гранулометријски јаловишта на површинском копну „Дрмно“ Костолац

Дубина зем. Профила (cm)	песак		прах	глина	Укупно (%)		текстура
	крупан >0.2	ситан 0.2 - 0.02	0.02 - 0.0002	<0.0002	песак <0.2	глина >0.02	
0 - 20	3.10	15.90	28.90	52.10	19.00	81.00	глина
20 - 40	4.60	36.70	45.00	13.70	41.30	58.70	иловача

Извор: Дјулаковић *et al.*, 2002, према Институту за земљиште, 1984.

На основу испитаних узорака узетих са локација (по класификацији текстурног троугла) на којима се одлаже отпадни материјал на површинском копну „Дрмно“ евидентно је да се ради о земљишном профилу који у горњем слојевима припада глинуши, а у слојевима од 20 до 40 cm дубине иловачама. Према подацима из табеле 4 евидентно је да укупна заступљеност песка у земљишном саставу 19% у слојевима до 20 cm дубине, а песак је знатно израженији у дубљим слојевима и креће се до 41.30%. Глина је доминантна у површинским слојевима и то чак до 81% (видети табелу 4.).

Табела 5. Агрехемиске особине јаловине са површинског копа „Дрмно“ Костолац

Дубина зем. Профила (cm)	pH у KCl	хемијски састав				
		хумус (%)	CaCO ₃ (%)	N (%)	P ₂ O ₅ mg/100gr	K ₂ O mg/100gr
0 - 20	7.50	1.67	4.90	0.02	5.40	27.90
20 - 40	7.50	1.67	6.30	0.02	5.20	30.00

Извор: Дјулаковић *et al.*, 2002, према Институту за земљиште, 1984.

По свом хемијском саставу ово земљиште је слабо до средње карбонатно земљиште. Према презентованим подацима у табелама концентрација калцијума узима вредности од 4.90%, (у слоју од 0–20 cm), до 6.30% (у слоју 20–40 cm). Ова концентрација калцијума указује на слабо базну реакцију (pH – 7.5). Јаловина у себи садржи и низак проценат хумуса 1.67% хумуса. Испитивано земљиште сиромашно је азотом (0.02%) и фосфором (5.20–5.40 mg/100g), а добро обезбеђено калијумом (27.9–30.0 mg/100g).

Почетком XXI века знатно више напора, енергије, знања и пажње посвећује се заштити животне средине, па с тим у вези значајна пажња се посвећује рекултивацији земљишта и његовој првобитној намени. Такође, поред претходних активности и мерења води се рачуна и о присуству тешких метала и њихове концентрације у земљишту. Затим се анализирају начини и механизми рекултивације и ремедијације таквих површина.

Техника ремедијације спроводи се кроз два кључна дела. Први део чине технички послови на припреми терена који се жели рекултивисати. У списку активности свакако треба убројати равњање терена, наношење хумусног слоја и додавање одређених минерала како би одлагалишта постала погодна за савремену пољопривредну обраду и употребу одговарајућих пољопривредних машина. Други део рекултивације представља избор биљних врста које се могу засадити на одлагалиштима и после чије садње и раста се може одређени простор претворити и оспособити у плодно земљиште намењено пољопривредној или некој другој производњи.

Иако је сам процес рекултивације и екоремедијације спор и захтеван процес он даје своје резултате и ефекте. То показују и бројна истраживања на основу којих се може приметити да се само на подручју ТЕ-ТО Костолац од првих радова на рекултивацији који су започети су од 1970. године на одлагалиштима површинских копова Костолац, Кленовник и Ћириковац, а настављени су на одлагалиштима површинског копа Дрмно па до 2011. године рекултивисано и обновљено преко 700 хектара. Структура и тип биолошке рекултивације на посматраном подручју дата је у наредној табели.

Табела 6. Рекултивисане површине одлагалишта јаловишта у ТЕ-ТО Костолац до 2011. године

Тип биолошке рекултивације	Костолац - Келновик	Ћириковац	Дрмно	УКУПНО	
				ha	%
Шумска рекултивација - шуме	197.00	127.00	118.00	442.00	61.89
Пољопривредна рекултивација	0.00	1.67	90.00	90.00	12.60
Ратарске културе	39.00	103.00	3.00	145.00	20.30
Ливадско - травне површине	18.00	7.00	10.00	35.00	4.90
Воћнаци и виногради	2.00	0.00	0.15	2.15	0.30
УКУПНА БИОЛОШКА РЕКУЛТИВАЦИЈА	256.00	237.00	221.15	714.15	100.00

Извор: Милорадовић, Ј. (2012), Рекултивација и озелењавање Костолац, Researchgate, стр. 48

У том погледу је највише рекултивационих напора уложило је предузеће Рекултивација и озелењавање из Костолаца, основано прво као радна јединица у оквиру ТЕ-ТО Костолац и ЈП Копови, а од 2005. године ДП Рекултивација и озелењавање.⁷⁰

⁷⁰ <http://www.riokostolac.rs/>

4.4. НАЦИОНАЛНИ И МЕЂУНАРОДНИ ИНСТРУМЕНТИ И СТАНДАРДИ

Први корак у спровођењу планске и систематске акције на регенерацији *brownfield*-а састоји се у тренутном утврђивању тренутног стања. Буџет за регенерацију *brownfield* локације је важна ставка за успех у спровођењу исте. Такође, важну улогу у унапређењу животне средине имају државни органи који поред планова, буџета постављају рокове и задатке које инвеститори и компаније треба да испуне. Данас се све већи акценат става на израду јединственог катастра *brownfield* локација у које би имали увид сви државни органи, док је примарни задатак локалних самоуправа да на својој територији *brownfield* локације регенеришу у складу са просторним и урбанистичким планом у сарадњи са компанијама и предузећима која су довела до појаве *brownfield* локације.

Листу приоритета уређења *brownfield* локација није лако и једноставно одредити. Нека основна класификација ових девастираних површина на:

- » погоне и објекте које је користила индустрија;
- » објекте које је користила војска;
- » објекте и локације које су користиле пољопривредне задруге, и
- » погони и објекти који су коришћени за шире друштвене потребе.⁷¹

Претходно дата подела девастираних подручја у оквиру *brownfield* локација није довољна приликом одређивања приоритета и важности санације, јер не указује на економску атрактивност појединих *brownfield* локација. Инвентарисање *brownfield*-а још увек није у Србији на систематичан и свобухватан начину уређено. А када то буде случај, свакако ће се показати да се ради о великом неискоришћеном потенцијалу који је потребно, нужно и значајно рекултивисати и претворити у корисну површину друге намене од оне је ту првобитно постојала. Данас у Србији постоји више од педесет *brownfield* локација различитих површина које су напуштене и неискоришћене. Управо због великог броја напуштених или слабо искоришћених индустријских и других локација, као и због високих трошкова њихове ревитализације, избор приоритетних *brownfield* локација један је од кључних елемената планске политике и националне стратегије за спровођење исте. Поред адекватних националних докумената који су важни за уређење и регулацију *brownfield* локација (видети слику 7) потребно је у обзир узети и искуства других земаља као и ускладити националну регулативу са међународним правним актима. На пример, неки објекат друштвене или социјалне градње у централном градском подручју, има значајнији економски, естетски, функционални и друштвени потенцијал од напуштеног индустријског погона смештеног у индустријској зони без адекватне саобраћајне и комуналне мреже и који је изложен загађењу околног подручја. Претходни пример јасно указује на чињеницу да је листа приоритета зграда и објеката намењених рестаурацији веома значајна, као и то да критеријум поделе треба да се заснива на следећим показатељима:

- » централна, квалитетна и добра локација је често показате који је привлачан инвеститорима и без помоћи и сибвенција државе за ремедијацију и

⁷¹ Пројекат "Институционална подршка СКГО", Реактивирање браунфилда у Србији - систематски приступ или ад хок решења?, Стална конференција градова и општина, Београд 2011 год. стр. 8

обнавање па ове локације према стратегији просторног планирања и утицаја јавног сектора и државе не треба истицати у први план неопходан за ремедијацију;

- » показатељи интересовања инвеститора за *brownfield* знатно су израженији у централним градским средиштима у односу на периферна подручја. Да би се подстакло обнављање и пренамена ових локација у деловима града који нису у строгом центру, неопходно је анимирати инвеститоре. То се најчешће чини тако што јавни сектор, локалне самоуправе и државе пружају одређене субвенције и олакшице како би се у њиховој ремедијацији појавили одређени потенцијални улагачи, и
- » локације у напуштеним и сеоским срединама које карактерише изузетно ниска вредност рециклираног земљишта или је она чак негативна, чиме се мора обезбедити комплетна финансијска подршка државе, кроз директне субвенције и пореске олакшице како би се неко од инвеститора заинтересовао за обнову и улагање.⁷²



Слика 7. Најважнији национални прописи који регулишу проблематику *brownfield* локација

(Преузето из: Пројекат „Институционална подршка СКГО“, Реактивирање браунфилда у Србији - систематски приступ или ад хок решења?, Стална конференција градова и општина, Београд 2011 год. стр. 13)

Досадашња спроведена истраживања у нашој земљи која се односе на заступљеност коришћена и учешћа *brownfield* локација у укупним пројекатима не прелазе од 10 процената за последњих 10 година. Што значи да се годишње у једак овакав пројекат ремедијације напуштених објеката упусти свега 1% заинтересованих инвеститора. А то је више него недовољно. Такође, треба имати у виду чињеницу велики број државних и друштвених социјалистичких предузећа из XX века је у стечају и није нашао своје пословне партнере, па се број *brownfield* локација знатно увећао. Ретки су

⁷² Пројекат "Институционална подршка СКГО", Реактивирање браунфилда у Србији - систематски приступ или ад хок решења?, Стална конференција градова и општина, Београд 2011 год. стр. 8

примери да се неки од индустријских погона у нашој земљи преонликује у јавне инфраструктурне објекте друге намене.

Основни разлог за овакво стање треба тражити у суштинској маргинализацији проблематике *brownfield*-а током протекле деценије када је она ескалирала до огромних размера. Поједностављено посматрано, проблемом *brownfield*-а као специфичним појавним обликом пренамене објеката и шансом да се од деградираних и урушених објеката, уз одоварајуће технике ремедијације, створе нови, другачији и друштвено корисни објекти нико се није детаније бавио. Истовремено није креирана јасна национална стратегија на који начин би се могло уредити ово важно питање. Такође, нико на локалном нивоу није о овом проблему размишљао. Први кораци и назнаке да коришћење *brownfield* локација може бити веома привлачно и пожељно јављају се као предмет недавних истаживања и стратешких и акционих планова локалних и регионалних докумената. Имплементација ових пројеката и даље је веома спора и неизвесна због финансијских, кадровских и законских ограничења.

4.5. КОНЦЕПТ BROWNFIELD ЛОКАЦИЈА ЕПС-А

Brownfield локације су девастиране, индустријски експлоатисане и нерентабилне локације које су у извесној мери погођене индустријским загађењем, па пре њихове поновне употребе неопходно је спровести процес обнављања тј. ремедијације како би се преуредиле и добиле могућност за корисну и безбедну намену у друге сврхе.⁷³ Значајан механизам за пренамену и стављање у поновну употребу ових локација јесте подршка локалне самоуправе, подршка националних законских аката у домену стратегије управљања напуштеним и девастираним локацијама, заинтересованост локалног становништва и подршка потенцијалним инвеститорима у креирању јавног добра.

Brownfield локације подразумевају простор на коме се налазе напуштени или недовољно коришћени индустријски и комерцијални објекти, а који су доступни за поновну употребу, после адекватне ремедијације. Стављање у функцију ових објеката и локација тј. њихово реактивирање најчешће омета одговорност која се преузима за њихову ремедијацију, као и неизвесност трошкова везаних за деконтаминацију. Као што се могло приметити на основу претходних тематских целина и примера одређених техника ремедијације сам поступак екоремедијације *brownfield* локалитета је дуг и веома спор али је очигледно да се на тај начин потенцијални проблем и напуштени објекат, површина или на пример јаловиште и пепелиште могу претворити у добит заједнице. Обновљен *brownfield* треба да стимулише економију заједнице, сачува зелене површине и обезбеди прилику за обнову околине. Сврха екоремедијације је да се обнови активна употреба ових подручја, повећа запосленост, ублажи ризик по јавно здравље и притисак на природне ресурсе, што значајно побољшава слику заједнице.

Евидентно је да предузећа као што је ЈП ЕПС својим стратешким и другим документима предвиђа, дефинише и спроводи екоремедијацију напуштених објеката. Такође, од самог почетка експлоатације одређеног подручја ЕПС дефинише потенцијалне начине екоремедијације таквог подручја при потискивању неких

⁷³ „Службени гласник РС”, бр. 88/2010

постројења из употребе а по изградњи заменских капацитета. Такође, ЕПС у својим стратешким документима предвиђа, планира и објашњава и начине за уклањање неких објеката. Тако се ствара простор за инвестирање у друге садржаје или продају тих површина. У сваком случају, неопходно је сагледати проблем „историјског“ загађења тих локација и створити простор за екоремедијацију, уз примену већ припремљеног плана и програма.

Решавање акутних проблема у области заштите животне средине у термоенергетском сектору ЈП ЕПС-а систематизовано је у четири основне групе пројеката:

- » **Пројекат I** – Реконструкција или замена постојећих електрофилтера на блоковима ТЕ;
- » **Пројекат II** – Примарне мере за смањење емисија NO_x из блокова ТЕ;
- » **Пројекат III** – Одсумпоравање димних гасова на блоковима ТЕ;
- » **Пројекат IV** – Реконструкција система за транспорт и одлагање пепела и шљаке на депонију пепела - увођење нове технологије.

Концептуални правци одрживе *brownfield* регенерације заснивају се на питањима: социјално-економске, еколошке и културне рехабилитације простора. То је могуће само у трансдисциплинарној акцији, која ће окупити све заинтересоване актере друштва и све облике знања ради регенерисања простора према савременим потребама и захтевима друштва.

Први корак у решавању проблема напуштених *brownfield* локација у Србији потиче од креирања и обезбеђивања исцрпне и детаљне информације о броју, карактеру, површинама, степену загађености таквих локација и могућностима њихове ремедијације како би се исти ставили у поновну употребу или би им се обезбедила адекватна пренамена, а у циљу ефикасне и трајне заштите, као и у циљу одрживог коришћења природних потенцијала. Сакупљање, евиденција, једнообразност, одређени ниво детаљне презентације *brownfield* локације најједноставније је приказати кроз просторне и релационе базе података. Зато је неопходно приступити формирању, а након тога и имплементацији интегралног географског информационог система ЈП ЕПС *brownfield* локација. Са формирањем јединственог интегрисаног ГИС информационог система о *brownfield* локацијама које су у власништву ЕПС-а обезбедила би се централизована база о типовима постројења, површини коју та постројења заузимају, географским локацијама и координатама, квалитативном и квантитативном саставу и сл. Такође, добиле би се и прецизне информације *brownfield* локацијама површинама које заузимају напуштене локације, степен девастираности истих, али истовремено и могућности за примену екоремедијације на таквим подручјима, типовима одговарајуће флоре и фауне која се може на датом подручју применити а у складу са конфигурацијом терена, природне хидрологије, геологије, пределима посебних природних вредности, природним споменицима, путевима, пешачким стазама, непокретним културним добрима од изузетног значаја итд.

Географски информациони систем (ГИС) пружа савремену информациону технологију у оквиру које се прави потпуна топографија терене комбинујући просторне податке – географску локацију са свим природним ресурсима (планине, шуме, реке...) и вештачке објекте (саобраћајнице, фабрике, мостове...) у једну интегралну целину а са

циљем генерисања прецизних интерактивних мапа и извештаја. Дакле, у ГИС бази налазе се сви просторни подаци и географске информације.

У ту сврху неопходно је извршити следеће кораке:

- » скенирање и геореференцирање карата (мапа),
- » дигитализација карата (мапа),
- » кодирање,
- » повезивање са базом података.

У наредним тематским целинама рада детаљније се описује ГИС информациони систем и базе података ЈП ЕПС-а о о *brownfield* локацијама и циљ, улога и значај имплементације једног оваквог система са пратећим програмским алатима(*software*) који може бити искоришћен у ту сврху, као и оправданост увођења једног таквог система.

4.6. БАЗЕ ПОДАТАКА О *BROWNFIELD* ЛОКАЦИЈАМА ЕПС-А

Израда базе података о *brownfield* локацијама ЕПС-а у основи је замишљена да се оформи, креира и развије у алат заснован на савременим рачунарским и информационим технологијама који би био веома распрострањене и широке намене. Другим речима, креирана база података о *brownfield* локацијама ЕПС-а треба да буде широко употребљив за опис стања *brownfield* локација. На основу ГИС алата, статистичких података и прецизних информација о локацијама добиле би се све адекватне информације и прецизни подаци у реалном времену. Поред тога, од овако замишљене базе очекује се и адекватна форма излазних информација и резултата. На пример, поменута база треба да пружи један уређен алгоритам са тачно дефинисаним низом података и атрибуда који недвосмислено могу, у информатичком смислу, описати тачну географску локацију, одговарајућу топографију терена, еколошки профил, структуру земљишта и др значајне податке конкретне *brownfield* локације са адекватним реалним стањем и оценом актуелног еколошког стања. Такође, за одабрану *brownfield* локацију треба да у стандардизованим документима и подацима постоји и адекватан екоремедијациони (ЕРМ) након престанка рада, као и уредно презентована квантитативна и квалитативна процена економског, еколошког и друштвеног значаја одабране локације, на основу које се детаљније анализира и спроводи план и мере имплементације.

За потребе докторске дисертације истражују се *brownfield* локације ЕПС-а и могућност исплативости њихове пренамене. На основу добијених и обрађених података до којих се дошло током теренских и примењених истраживања, начина обраде и презентације истих добиће се адекватни закључци о исплативости оваквих подухвата. Такође, биће речи о формирању адекватне базе података о *brownfield* локацијама и међусобним повезаностима између појединих типова података у информационом систему. Оно што је кроз ову тематску целину важно нагласити јесте генерални концепт функционисања поменуте базе података и алгоритамска основа од које се полази при реализацији поменутог задатка и програмске активности које су спроведене током реализације овог рада.

- | | |
|--|--|
| 1. Израда базе података локација | Попис и опис појединачних локација у оквиру пројектног обрасца и прописаног садржаја података, који чине свеобухватну базу података локација ЕПС у географском информационом систему и прибављање документационе основе пређашњег стања. |
| 2. Израда базе података еколошког профила локација | Еколошки статус појединачних локација у оквиру пројектног обрасца и прописаног садржаја података. Сакупљање, обрада и уношење документационе основе пређашњег стања за одређивање еколошког профила локација и оцену актуелног еколошког стања. |
| 3. Израда екоремедијационог плана <i>brownfield</i> инвестиционих локација ЈП ЕПС | Дефинисање циљева и приоритета, као и дефинисање корективних и превентивних мера. Дефинисање механизма за надзор над реализацијом ЕРМ плана. |
| 4. Израда еколошко економске процене за валоризацију <i>brownfield</i> инвестиционих локација | Дефинисање уже и шире зоне примене ЕРМ плана, као и процена свих релевантних вредности природних ресурса.
Процена негативних ефеката (штета) до којих може доћи у случају да се ЕРМ план не спроводи.
Идентификација главних заинтересованих страна („stakeholders“).
Процена добити услед промена у вредности екосистема.
Дефинисање међусобних права и обавеза садашњих и потенцијалних корисника природних ресурса. |
| 5. Израда Акционог плана са предлогом мера за имплементацију | |
| 6. Закључна разматрања | |

Презентована база података на основу нивоа уређености, међусобних релацијских веза података и атрибута са аспекта корисника треба да обезбеди брзу, једноставну и потпуну претрагу података о *brownfield* локацијама као и одговарајући приступ подацима у зависности од привилегије у систему. Администрација базе података поред уношења нових треба да обезбеди квалитетно сортирање постојећих, меморисање података и њихову потпуну обраду. Систем базе података састоји се од корисничког, администраторског и податковног дела логички увезани у целину. База података реално и објективно описује стање „спољашњег света“ тј. веродостојно презентује тачну *brownfield* локацију са свим особеностима које је физички дефинишу. То се обезбеђује

захваљујући тачним и униформним подацима чиме се олакшава и коришћење од стране екстерних програма. Дакле, различити апликативни програми могу приступати истој бази података користећи само одређене или све расположиве податке који се у бази налазе. Из разлога сигурности база података, потребно је користити неки тип секундарне меморије за трајно складиштење података (екстерне хард дискове, ЦД, ДВД или меморијске картице). Дакле, систем мора бити сачуван на резервном месту, тако да може бити инсталиран на било ком другом адекватном рачунару.

Елементарну структуру информационог система образују скупови фајлова који су трајно ускладиштени на неком секундарном уређају/медијуму за складиштење података. Апликативни софтвер који се користи за управљање базом података треба да омогући адекватно логичко раздвајање датотека у записе. Сваки запис дефинише конкретну јединицу или целину састављену од тачно одређеног броја елемената, а сваки елемент даје конкретну вредност одређеном атрибуту дате јединице или целине. У конкретном случају ТЕ Колубара, Црљени користеће се углавном *Excel* и *ArcMap* (делом и *AutoCAD*).

Осмишљавање базе података треба организовати на такав начин да буде разумљива свим заинтересованим корисницима у случају реализације Програмског задатака „Екоремедијациони план *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС.“

4.7. МЕТОДОЛОГИЈА ПРИМЕНЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЈА У ФОРМИРАЊУ ПОДАТАКА О *BROWNFIELD* ЛОКАЦИЈАМА

„ГИС чине информационе системе засноване на уређеним принципима повезивања различитих података у целину. Универзална реч која ГИС објашњава је интеграција.“⁷⁴ Применљивост, снага и распрострањеност примене ГИС-а у савременим информационим системима огледа се управо у способности овог информационог система да управља, ажурира и уједини природне, просторне и непросторне информације. Претходно поменуте одлике овај систем чине веома корисним и прилагодљивим при сусрету са различитим корисничким захтевима. У конкретном случају, повезивање компоненти из базе података о напуштеним и девастираним локацијама ЕПС-а једино је могуће извршити применом ГИС технологија и имплементацијом интегрисаног ГИС система. У оквиру ове тематске целине укратко се даје сажет приказ суштине примене ГИС информационог система у Екоремедијационом плану *brownfield* локација ЈП ЕПС. Овај ГИС треба да задовољи следеће основне карактеристике:

- » у ужем смислу, планирани интегрисани информациони систем треба да буде поуздаи и оспособљен за различите податковне активности, као што је: снимање, обрада, анализа и приказ, чување и преснимавање података и информација о локацијама ЕПС-а на карти.
- » у ширем смислу, пројектовани ГИС треба да буде алат којим се презентују дигиталне топографске мапе уз могућност надоградње који корисницима

⁷⁴ Јовановић, В.; Ђурђевић, Б.; Срдић, З.; Станковић, У. (2012), Географски информациони систем, Универзитет Сингидунум, Београд, стр. 12

обезбеђује могућност анализе постојећих података, уређивање исих, формирање извештаја и креирање интерактивних упита.

Анализирајући основне информације и суштину ГИС информационих система и њихову примену у индустријском концепу може се рећи да су ови системи веома погодни јер носе бројне физичке, топографске податке сакупљене од стране више извора и од више корисника система и обухватају различите формате записа као на пример слике, бројеве, документе из едитора текста и др. Такође, ту су и подаци који долазе од стране експерименталних мерења, засебни системи из јединица термоелектрана и др. Дакле, формирана база података треба да омогући и обједини повезивање „просторних података о објектима и атрибутима у јединствен, кохерентни модел.“⁷⁵ Просторни подаци, објекти и подаци о својствима тих објеката читавају се у апикативним модулима који се примењују за руковање таквим типовима података. Кроз ГИС подаци о објектима и географским подручјима уређени су кроз тополошки модел простора, а атрибути о објектима спаковани су у табеле као стандардне релационе базе. Поред интеграције која обједињује просторне координате и табеларне податке о атрибутима објеката који се у виду слојева наносе на појтојеће објекте и садрже детаљне информације о њима. На тзв. први принцип интеграције наставља се уређеност и доступност, као други принцип интеграције. Интеграција ГИС-а се постиже адекватним избором хардверских рачунарских компоненти, апликативног софтвера, одговарајућих база података и компетентних стручњака. Дакле, информационо-комуникационо развојно окружење у коме се пројектује, програмира, имплементира и повезује ГИС изискује потребу специфичне комуникације између програмера, администратора и корисника. На основу претходно побројаних појединости дефинишу се елементи терминолошке и језичке одређености пројектованог ГИС система.

ГИС систем и примењене технологије у пројектовању и програмирању ових система значајне су за научна, примењена и практична истраживања као и савремену пословну праксу, картографију и планирање инфраструктуре. Овај информациони систем се веома често користи у геодезији, грађевинској, машинској, електро индустрији и другим областима којима су топографски подаци од значаја за даљи план и анализу података.

Карте настале на овај начин се стварају искључиво коришћењем база података. Такви подаци треба да имају дуалну структуру. Дуалност произилази из графичке дадотеке или базе са описом података или објекта који не представљају само симбол једне променљиве у природи, већ поједује и своје значење.

Најбитнији аспекти при методологији креирања ових база су:

- » организација рада,
- » хардверска и софтверска подршка,
- » структура базе података,
- » сигурност и заштита података,
- » потреба корисника за подацима,
- » расположивост и формат података потребних за подршку апликације,
- » поступци за ажурирање и одржавање,
- » величина базе података,

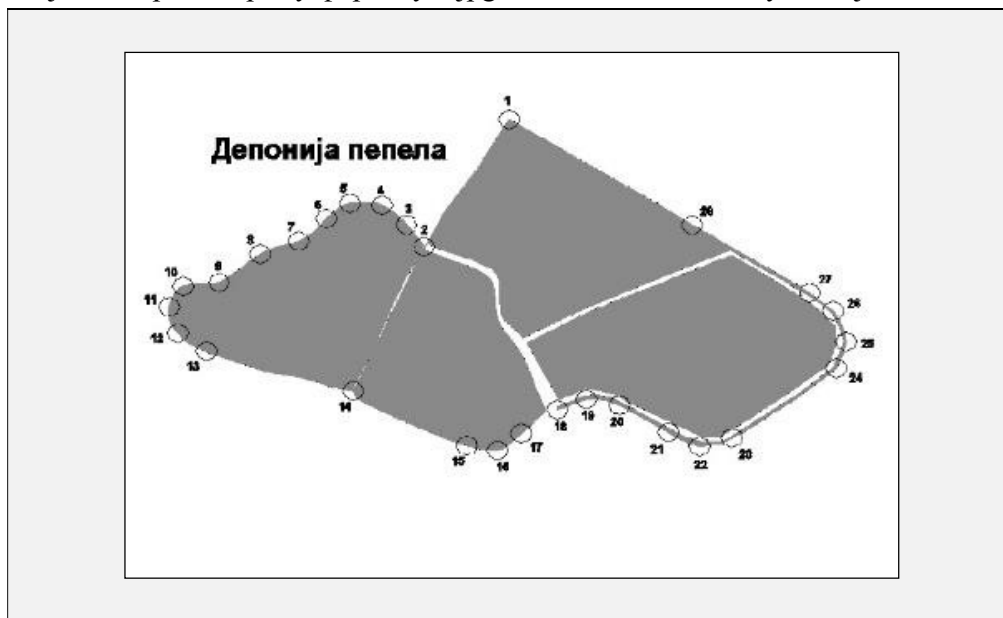
⁷⁵ ESRI - Environmental Systems Research Institute, 1990.

- » хардверска конфигурација,
- » број квалификованих корисника,
- » организациона структура корисника,
- » буџет.

ГИС пројекат подразумева формирање више слојева (*layer-a*) који садрже просторне (растерске и векторске) податке о различитим темама. За примену ГИС-а неопходна је мапа на којој се приказују подаци. Да би се подаци квалитетно учавали као и сви припадајући атрибути за поједине објекте који се налазе на мапи, мапа треба да је што квалитетнија. Под квалитетом мапе подразумева се свака дигитална мапа довољне резолуције и тачних географских координата. За географски координатни систем задужен је посебан систем и то: координатни референтни систем (КРС) који представља координатни систем повезан са Земљом и са Геодетским Датумом. У КРС-у су позиције дефинисане географском дужином и географском ширином. У већини случајева се користи пројектовани координатни систем где су координате пребачене у раван коришћењем Мап пројекције.

Обзиром да су географски подаци у ГИС-у географски орјетисани, односно дефинисани географски координатама, неопходно је податке представити тематским слојевима - лејерсима (*layers*). Дакле, треба дефинисати посебне слојеве о: путевима, газдинским јединицама, парцелама, рекама, језерима, објектима итд. На наредној слици илустрован је пример једног ГИС лајерса о депонији пепела. Илустровани подаци на слици приказују контурне тачке депоније дате у Гаус-Крингер формату.

Растер је матрица састављена од врста и колона – пиксела. Свако поље матрице тј. пиксел има једну одређену бројну вредност која представља број боје. Растери се могу преклапати један преко другог. Њиховим различитим комбиновањем добија се већи број информација о подручју које се испитује. За конкретан пројектни задатак растерски податак је скенирана карта у формату *.jrg, *.tif и сл. или тзв. layout који се штампа.



Слика 8. Шематски приказ депоније пепела растер, са контурним тачкама

Информације које се достављају у ГИС базу генерисане су у векторском облику и презентују геометрију просторних координата подручја које се истражује. Првенствено у бази се генеришу димензије модела који се презентује: дужина, ширина, висина. Осим побројаних података ту су још и подаци о линијском сегменту или полигону та описивање топологије система. За потпуније описивање реалног спољашњег система у ГИС-у су поред векторских доступни непросторни подаци тј. скаларне величине. Доступни скаларни подаци везују се за векторске податке или растер у целини (видети табелу 7).

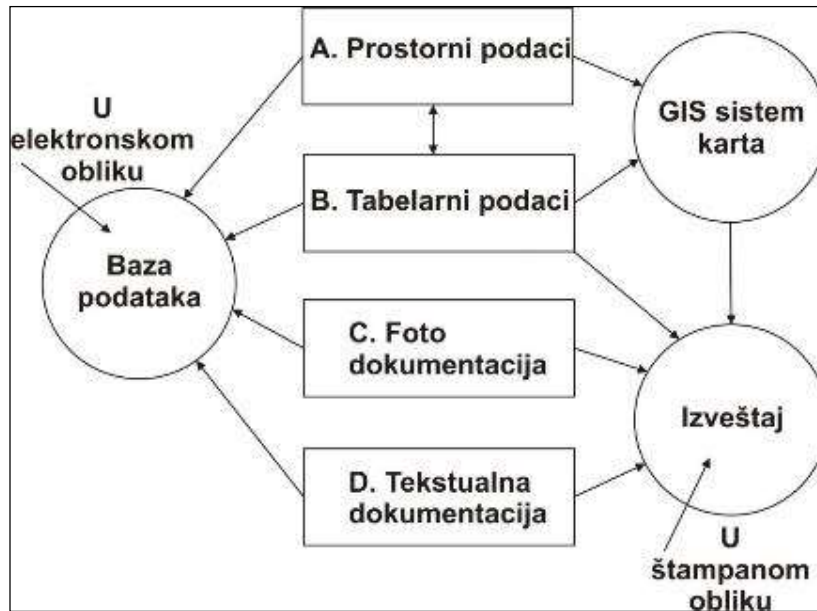
Табела 7. Координате којима је описана депонија пепела на илустрованом растеру

Број тачке	Координате	
	Y	X
1	7 445 821.9843	4 927 190.5089
2	7 445 619.1525	4 926 849.3445
3	7 445 576.6018	4 926 907.8282
4	7 445 519.6720	4 926 958.6229
5	7 445 442.6300	4 926 964.7631
6	7 445 386.6183	4 926 924.0271
7	7 445 322.1192	4 926 863.7722
8	7 445 230.5676	4 926 827.8290
9	7 445 131.1700	4 926 753.4459
10	7 445 047.1520	4 926 743.2614
11	7 445 032.7243	4 926 616.8103
12	7 445 032.7243	4 926 616.8103
13	7 445 101.4666	4 926 566.7389
14	7 445 450.9622	4 926 461.5048
15	7 445 721.9471	4 926 314.4034
16	7 445 793.1289	4 926 302.8042
17	7 445 850.8387	4 926 346.9343
18	7 445 936.5538	4 926 411.4334
19	7 446 004.4471	4 926 438.5907
20	7 446 084.1236	4 926 422.3689
21	7 446 200.1504	4 926 349.5007
22	7 446 275.1711	4 926 311.2906
23	7 446 351.1337	4 926 334.5576
24	7 446 600.2108	4 926 522.6088
25	7 446 623.1249	4 926 592.1991
26	7 446 593.4215	4 926 675.3681
27	7 446 536.5607	4 926 724.5905
28	7 446 256.5012	4 926 907.0543

Сваки слој (*layer*) је повезан са својом табелом атрибута. Дакле, за ТЕ ЕПС-а и *brownfield* локације које се налазе у околини ових термоелектрана или рударских копова

биће успостављен ГИС систем који ће пратити тренутно стање и који ће се у будућности континуално надограђивати. База података, ГИС методологија и писање извештаја су условљени и повезани. На крају се успоставља један или више радних простора који повезују податке у систем.

Илустрација алгоритма базе података *brownfield* локација ЕПС-а дата је на наредној слици.



Слика 9. Алгоритам базе података и ГИС систем програмског задатака аутор Борис Вакањац 26. 05. 2015.

На основу датог алгоритма евидентно је да база података садржи информације које су структурно уређене и логички повезане а од којих се кроз различите упите генерисане од стране корисника базе формирају адекватни извештаји. Такође, база и информације сортиране у бази уз подршку ГИС технологија омогућавају формирање радних простора. ГИС апликације обезбеђују приказивање карактера површина различитих особина са њиховим величинама. Такође, употребљени су и систематизовани ортофото и сателитски снимци који су укључени у систем. У бази података дати су подаци и карте:

- » Копова;
- » Девастираних површина;
- » Електрана;
- » Постројења електрана;
- » Места емисије гасова, и
- » Пепелишта.

4.8. ЕКОРЕМЕДИЈАЦИОНИ ПЛАН *BROWNFIELD* ИНВЕСТИЦИОНИХ ЛОКАЦИЈА ЈП ЕПС

Претходна искуства технологије експлоатације, ископа и прераде угља из рударских копова за продају или за потребе рада ТЕ и њихових постројења недвосмислено указују на конкретне проблеме који настају током процеса рада на рударским коповима. Међу најзначајнијим проблемима током експлоатације убрајају се проблеми који су везани на складиштење отпадних материја са површинских копова, као и загађењу тла и подземних вода честицама и тешким металима. Поред ових проблема, евидентни су и проблеми летећег пепела. Загађујуће честице имају веома неповољне утицаје на пољопривредне културе, али и екосистем у целини. Јаловина, покровка и остали отпадни материјал који се јавља на површинским коповима рударских басена мери се у великим количинама од неколико милиона m³ ових материјала, а ту свакако треба додати и проблем отпадних материјала који се јављају при сагоревању угља у ТЕ пећима. Пепео, јаловина и други материјали који се јављају и складиште у близини ТЕ поред тога што је неплодан и што деградира пољопривредно земљиште и мења његову структуру у извесној мери може бити отрован па се начин његовог складиштења и одлагања мора спроводити са посебном пажњом. Током процеса складиштења, одлагања и рекултивације површина на којима се одлаже пепео и јаловина спроводе се све предвиђене и системске мере како се екосистем не би нарушио и деградирао. Зато је важно да се приликом складиштења и рекултивације деградираних површина у околини рударских басена и термоелектрана испоштују све еколошке мере и принципи одрживости, а то практично значи да је нужно пронаћи еколошки прихватљив и економски одржив модел рекултивације и деконтаминације одређене географске локације.⁷⁶

Некад могу dospети у земљиште и подземне воде мале количине тешких метали као што су жива, олово, бакар, цинк, гвожђе и сл. Ови материјали су токсични и штетни уколико доспеју и у тако малим количинама у ланац исхране. Концентрације ових метала прдтављају ризик за биљни и животињски свет на дугорочном нивоу. Проблеми штетних материја утичу на погоршање здравља људи, биљака или животиња. Такође, присуство тешких метала у земљи утиче на промену квалитета подземних или површинских вода, промену квалитета и структуре земљишта и тд. Примарни одговори на ове проблеме састоје се у сагледавању и минимизацији загађења кроз пречишћавање. Процес пречишћавања се у првом реду покушава методама фиторемедијације, односно природним путем узгајајући биљне културе које су отпорне на оређене контаминирајуће материје. Данас је у биолошким наукама познато неколико стотина самониклин и више врста гајених биљака које се користе током поступака екоремедијације. Савремени приступ екоремедијације даје предност узгајаним хибридним биљкама отпорним на

⁷⁶Димовски, П.; Хојка, З.; Целеговић, Ж. (2012), Упоредна техно-економска анализа примене поступка одлагања пепела и шљаке из термоелектрана, топлана и металуршких постројења конвенционалним поступцима и враћањем истих "на место настанка" односно у просторе напуштених рудника уз претходну припрему и уз употребу савремених технологија одлагања, рекултивације и ремедијације и најсавременијих метода заштите, Рударски радови, број 4. стр. 91 - 102.

загађујуће материје јер природне, самоникле биљке имају малу био масу. Узгајане биљне културе отпорне на загађујуће материје, поред веће биомасе пружају и квалитетнији развој биодиверзитета и активности микрофлоре у земљишту. Познато је да преко две стотине микроорганизама данас самостално или у комбинацији са другим значајно утичу на брже разграђивање загађивача присутних у земљишту. Метод фиторемедијације у деконтаминацији загађеног земљишта и вода знанто је ефикаснији у односу на класичне начине пречишћавања.

На наредној слици дата је условна шема циклуса токсичних једињења која се могу наћи у природи а која су настала као рефлексија стварних збивања у околини термоелектрана, одлагалишта пепела и шљаке, као и у близини површинских копова рударских басена. Емисија отровних материја, уколико се не спречава одговарајућим заштитним мерама, врло брзо доспе у ланац исхране и доспе у окружење, а потом у процес исхране биљака и животиња као и у разне производе животињског порекла (млеко, месо, јаја итд.) чиме, у крајњој инстанци, доспевају у људски организам са примереним припадајућим последицама.



Слика 10. Шема постојећег циклуса кретања токсичних материја у природи из пепела и шљаке

(Нацртано према извору: Димовски, П.; Хојка, З.; Целетовић, Ж. (2012), Рударски радови, број 4. стр. 92
досупно на: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1451-0162/2012/1451-01621204091D.pdf>)

Најчешће су у употреби још увек конвенционални начини одлагања пепела и шљаке из термоелектрана на пољопривредном и другом земљишту без претходне припреме терена, а по одлагању се уз одговарајуће агро-техничке мере иста приводи првобитној намени, са више или мање успеха. Учинак и ефекат унаређења заштите животне средине знатније се може унапредити кроз интензивну употребу савремених технолошких мера и поступка рекултивације истих. Примена савремених агро-техничких мера, техника ремедијације и савременог концепта у заштити животне средине од контаминације која долази од депоновања јаловишта са површинских копова, пепела из термоелектрана, као и шљаке која остаје при сагоревању угља у ТЕ блоку треба да обезбеди минимизацију процеса деградације и контаминације истих.

Примена ремедијационих техника и фиторемедијација која подразумева садњу биљака на овим подручјима даје своје добре резултате па се веома често планира за

смањење загађења и деградације земљишта на површинама прекривеним пепелом и шљаком у непосредној близини ТЕ. У поступку ремедијације примењују се и различити микроорганизми, зелене биљке и дрвеће за уклањање, пренос, стабилизацију и разградњу еколошких загађења на месту настанка. У последње време спроводе се различита истраживања о еколошкој улози микроорганизама, пре свега бактерија, у складу са њиховом утврђеном способношћу разградње различитих пречишћавања органског и неорганског порекла животне средине тј. воде, земљишта и ваздуха. Показало се да у пречишћавању земљишта хетеротрофне бактерије имају способност разградње различитих синтетичких ствари, пестицида, минералних ђубрива и других штетних елемената којима се деградира животна средина. Досадашњи резултати лабораторијских и теренских испитивања, потврђују да практично не постоји нафтни супстрат нити нуспроизвод нафтне индустрије, који микроорганизми не могу разградити на месту настанка или на месту складиштења. Битно је да се највећи успех постиже применом аутохтоних микроорганизама (*са самог места загађења, тј. из самог загађења*), у смислу олакшавања процеса биоремедијације применом већ прилагођених или деломично прилагођених микроорганизама.⁷⁷

Brownfield локације у власништву ЕПС-а које су предмет овог истраживања заузимају огромну површину. Укупна девастирана површина у хектарима износи: 554.821 хектар и биће узета у разматрање у наредним фазама овог рада.

Табела 8. Површине које заузимају brownfield локације у власништву ЕПС

ЕПС <i>Brownfield</i> површине тотал у ha					
Објекат	Копови	Електрана	Постројење	Депонија пепела	Девастирана површина
Колубара_поља_Тамнава	3091.21				
Колубара_поља_А_Г	2847.41				
ТЕНТ_А		65.628	5.4602	364.167	6.42131
ТЕНТ_В		110.342	4.4168	626.393	
ТЕ_Колубара		41.0766	2.1077	75.1826	5.0666
ТЕ_Морава		26.0356	0.4668	47.8475	
Колубара_Прерада					80.69
Костолац_Дрмно_коп	1059.2				191.791
Костолац_Ћириковац_коп	96.7764			12.8448	142.871
Костолац_деп_пепела				257.745	
Костолац_девас_површина					127.981
Костолац_А		11.833	2.1049		
Костолац_Б		110.863	4.1773		
ТЕТО_Нови_Сад		34.900	4.0000		
ТЕТО_Сремска_Митровица		6.390	0.2539		
ТЕТО_Зрењанин		46.8491	0.9490		
Укупно	7094.5964	450.9173	23.941972	1384.1799	554.821

⁷⁷ Драган Угринов, Александар Стојанов, Биоремедијација у третману загађеног земљишта, у *Заштита материјала* 2010, вол. 51, бр. 4, стр. 237-244

4.8.1. Опис стања и окружења

Структура, минерални састав и стање земљишта су елементарни фактори на основу којих се одређује квалитет земљишта и његов потенцијал по развој, раст и квалитет биљних структура. Квалитет земљишта посредно утиче и на здравље популације, а са собом носи директне или индиректне утицаје. Уколико је земљиште загађено одређеним загађивачима, продуктивност биљних култура биће смањена или негативна, а опасност по животињски свет и човека знатно ће се повећати.

Данас, се у примарне изворе загађења земљишта, убрајају фактори загађења који су резултат дејства човека и привреде. Ови фактори се примарно деле у следеће три групе фактора и то:

- » Отпадне воде као загађивачи земљишта:
 - индустријске отпадне воде,
 - воде загађене вештачким ђубривима, пестицидима, органским материјама и другим агро-техничким и пољопривредним мерама,
 - отпадне воде из домаћинства,
- » Загађивачи из атмосфере који земљиште контаминирају падавинама:
 - доспевају у атмосферу из индустријских технолошких процеса испаравањем, а потом са атмосферским падавинама доспевају у земљиште и загађују га,
 - доспевају у атмосферу услед хемијског процеса и сагоревања фосилних горива а потом са атмосферским падавинама контаминирају земљиште и воду,
 - издувни гасови који потичу од моторних возила и др.
- » Чврсти отпад различитог порекла може контаминирати земљиште и воду а најчешће се јавља у облику:
 - комуналног неопасног отпада,
 - индустријског отпада.⁷⁸

Приликом израде екоремедијационог плана *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС, параметри који се односе на стање животне средине одређених привредних субјеката ЈП ЕПС сврстани су према приоритетима.

У прву групу су уврштени параметри који се односе на потенцијално загађивање земљишта и вода и управљање отпадом, као најзначајнији за процес ревитализације локација након престанка рада.

У другој групи су параметри који се односе на загађивање ваздуха, јер се сматра да они имају најјачи утицај на простор који значајно превазилази одабране локације.

У трећу групу су сврстани параметри за које се сматра да неће бити присутни након затварања локације (на пример бука).

Подаци који се односе на прве две групе параметара су уврштени у даља разматрања. За сваку од одређених локација је сачињен кратак преглед описа стања, тренутне употребе и досадашња истраживања и прикупљени подаци, а такође и ГИС база података за потребе израде докторске дисертације.

⁷⁸ Драган Угринов, Александар Стојанов, Биоремедијација у третману загађеног земљишта, у Заштита материјала 2010, вол. 51, бр. 4, стр. 237-244

На истраживању *brownfield* локација ЕПС-а, могућностима и економско-еколошке оправданости ремедијације девастираних површина биће више речи у наредним тематским целинама рада. У оквиру ове тематске целине укратко се описује постојеће стање и окружење у коме раде ТЕ које су предмет истраживања овог рада.

На почетку истраживања пошло се од дефиниције и сагледавања целокупног технолошког процеса рада ТЕ и ТЕ-ТО које послују у оквиру ЕПС-а и производе 2/3 укупне електричне енергије у Србији. У саставу ЈП ЕПС послују следеће термоелектране и топлане са капацитетима приказаним у следећој табели.

Табела 9. Преглед основних података о термоелектранама ЈП ЕПС

ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ТЕРМОЕЛЕКТРАНАМА									
Назив ТЕ:	"ТЕНТ А"	"ТЕНТ Б"	"ТЕ „Колубара А"	ТЕ „Морава“	"ТЕ-КО КОСТОЛАЦ А"	"ТЕ-КО КОСТОЛАЦ Б"	Огранак Панонске ТЕ-ТО ТЕ-ТО ЗРЕЊАНИН	Огранак Панонске ТЕ-ТО ТЕ-ТО СРЕМСКА МИТРОВИЦА	Огранак Панонске ТЕ-ТО ТЕ-ТО НОВИ САД
Број блокова:	6	2	5	1	2	2	2	2	2
Инсталисана снага (MW):	1.650,50	1.240,00	271,00	120,00	310,00	697,00	135,00	97,00	245
Година почетка рада:	1970.	1983.	1956.	1968.	1987.	1964.	1954.	1963.	1981..
Број запослених:	685	349	326	140	386	419	177	118	255

У претходној табели дати су најзначајнији енергетски објекти који производе електричну енергију, топлотну енергију и технолошку пару за поједине фабрике и домаћинства у окружењу. Процес производње електричне енергије заснива се трансформацији хемијске енергије фосилног горива које се сагорева у котловима електране, најпре у топлотну енергију, затим у механичку и на крају у електричну енергију, која се шаље потрошачима на ширем географском подручју. Поред електричне енергије као додатни производи јављају се топлотна пара за потребе индустрије и/или топлотна енергија за загревање домаћинства.

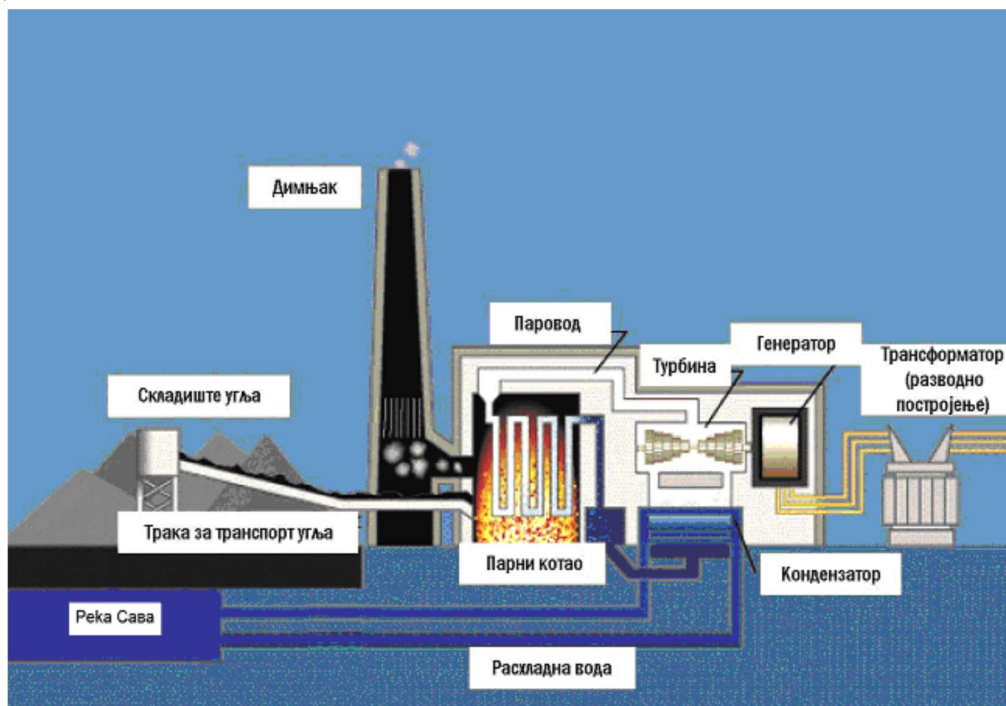
У наредним тематским целинама овог поглавља анализирају се технички капацитети ЕПС-а који су у употреби а који као енергент за производњу електричне енергије користе фосилна горива односно необновљиве изворе енергије. Ови објекти анализирају се са више аспеката и доводе се у међусобну повезаност енергетска својства и значај рада ових постројења са економско-еколошким профилем и утицајем на животну средину. Такође, анализирају се и сагледавају најчешћи извори загађења животне средине који настају радом ових постројења и могућности за санацију и минимизацију истих.

4.8.2. Тренутна употреба

Термоелектране у електроенергетском систему Србије обезбеђују 2/3 укупне производње електричне енергије. Њихов поуздан рад веома је значајан за целокупни енергетски сектор наше земље. На основу претходних разматрања евидентно је да се на овакав начин остварује производња електричне енергије из необновљивих извора а да фосилна горива као енергент имају значајан утицај на животну средину. Такође, треба имати у виду да се услед хемијских процеса, сагоревањем угља и мазута, у земљиште, воду и ваздух емитују и извесне загађујуће материје које утичу на животну средину.

У циљу бољег схватања постојећег стања и тренутне употребе термоелектрана и топлана, као и анализе могућих мера, поред оних редовних и обавезних прописаних законом о заштити животне средине, за смањење загађења животне средине треба поћи од анализе и сагледавања њиховог процеса рада.

Код ТЕ главни технолошки систем рада састоји се од котловског и турбогенераторског постројења. Топлота ослобођена сагоревањем горива у котловима користи се за добијање прегрејане паре високог притиска и температуре, чијим се експандирањем у парној турбини (*трансформација топлотне у механичку енергију*) остварује обртно кретање ротора турбине и ротора генератора, те долази до електро магнетне индукције у намотајима статора генератора, односно до трансформације механичке у електричну енергију. Шема рада термоелектране илустрована је на наредној слици.



Слика 11. Шема рада термоелектране
(Нацртано према извору: <http://elementarium.cpn.rs/teme/termoelektrana/>)

Као енергенти у процесу производње електричне енергије користе се:

- » Лигнит - као основно гориво за ложење котлова топлотне моћи 6000 - 8000 kJ/kg са просечним садржајем пепела у угљу 15,7 %;
- » Лож уље – као помоћно гориво за потпаљивање котлова.

Лигнит као основно погонско гориво у процесу производње ел. енергије се пре сагоревања у котлу меље и суши. Млевање се обавља вентилаторским млиновима који снабдевају угљеним прахом котловске горонице.

Основне емисије шетних гасова које се емитују у ваздух су:

- » оксиди азота (NO_x),
- » сумпор диоксид (SO₂),
- » угљенмоноксид (CO),
- » флуороводоник (HF),
- » хлороводоник (HCl), и
- » прашкасте материје.

У том погледу, генерално посматрано у воду могу dospети и одређене штетне материје. Такође, температура воде може бити знатно повећана што доводи до деградације квалитета воде. Основни физичко-хемијски параметри у води индиковани су следећим параметрима: рН, амонијум-јон, нитрити, нитрати, хлориди, сулфати, НРК, ВРК₅, електрична проводљивост, суспендоване материје, седиментне материје, фосфати, укупни азот, минерална уља, феноли, цинк, бакар, арсен. Други утицаји на животну средину који су мање значајни или су извесним активностима и мерама локализовани, су комунални отпад и бука у животној средини.

На претходној слици дата је шема рада термоелектране. У главне погонске објекте рада једне термоелектране убрајају се: погони за складиште угља и трака за транспорт угља, димњак, парни котлао, паровод, турбина, генератор, кондензатор, трансформатор, резервоар расхладне воде и водовод којим се охлађена и деминерализована вода враћа у екосистем.

У склопу ГПО-а смештена су котловска и турбопостројења блокова као и пумпна станица са топлотним измењивачима. За производњу водене паре користи се парни котлао, са природном или принудном циркулацијом радног флуида. Генерално посматрано, котловско постројење једног блока обухвата сам котлао-челична конструкција котла, комплетан цевни систем (загрејачи воде, испаривач, прегрејачи, међупрегрејачи, бифлукс) решетке за догоревање, грубу и фину арматуру котла, систем напајања котла, парне и ротационе загрејаче ваздуха, термичку изолацију као и припадајуће уређаје котла - вентилаторе димног гаса, вентилаторе свежег ваздуха, млинска постројења, стартни уређаји, експандера ВП и НП, преструјне пароводе, систем одпепељивања и одшљакивања са електрофилтером, унутрашњи систем мазута и пропанбутана, систем за убризгавање напојне воде за регулацију температура свеже и међупрегрејане паре, комплетан систем за мерење, регулацију и управљање, подести-газишта, осветљење и др.

Турбогенераторско постројење чине парна турбина која је вратилом директно спојена са електричним генератором. У оквиру овог постројња постоји и сет регенеративних загрејача напојне воде укључујући и резервоар напојне воде, кондензатор водене паре и пратеће системи, као што су:

- » систем уља за подмазивање турбинских лежајева, односно регулационог уља,
- » систем за пречишћавање кондензата и
- » систем техничког хлађења.

Парна турбина састоји се од кућишта високог, средњег и ниског притиска. У кућиште високог притиска доводи се свежа пара из котла, у кућиште средњег притиска међупрегрејана пара, док у кућиште ниског притиска пара из кућишта средњег притиска. На улазу водене паре из котла у цилиндри турбине високог и средњег притиска предвиђени су посебни регулациони вентили, као и брзозатварајући стоп-вентили. Предвиђено је 6-8 нерегулисаних одузимања паре из турбине ради снабдевања система регенеративних загрејача напојне воде и кондензата. Кондензат водене паре из кондензатора води се кроз систем регенеративних загрејача до напојног резервоара посредством три кондензатне пумпе, 3x50% капацитета.

У сваком ТЕ систему важну улогу заузима систем техничких гасова који се састоји из постројења за производњу и складишта водоника; постројења за регасификацију и складиштење угљен-диоксида – CO₂ станица; постројења за регасификацију и складиштење ТНГ-а, ТНГ-станица и складишта техничких гасова у боцама. Систем димног гаса код котловских постројења чине:

- » ротациони загрејач ваздуха,
- » електрофилтарско постројење,
- » вентилатор димних гасова,
- » димњак и
- » димни канали.

Пре испуштања димних гасова у атмосферу, врши се честично пречишћавање електрофилтарским уређајима. Сваки блок ТЕ у принципу има по два димна канала, на којима су инсталирани електрофилтри адекватног капацитета. У ТЕНТ „А“ димни гасови из блокова А1, А2 и А3 испуштају се кроз димњак висине 150 m, који нема засебне димне канале за појединачне блокове. Димни гасови од термоблокова А4, А5 и А6 испуштају се кроз димњак висине 220 m у коме су инсталирана три независна димна канала (за сваки термоблок по једна).

У ТЕНТ „Б“ сличан је поступак рада који се спроводи пре испуштања димних гасова у атмосферу. Другим речима, пре емисије димних гасова врши се честично пречишћавање електрофилтарским уређајима. У ТЕНТ „Б“ сваки блок има по два димна канала, на којима су инсталирани електрофилтри адекватног капацитета. По пречишћавању димни гасови се испуштају кроз димњак висине 280 m, кроз засебне димне канале за сваки термоблок.

У ТЕ Колубара, пречишћавање димних гасова спроводи се помоћу шест електрофилтерских постројења за издвајање димних гасова. Димни гасови, који се испуштају преко три димњака: један на блоку А1 (висине 105 m), један (са три канала) на блоковима А2 и А3 (висине 105 m) и један димњак на блоку А5 (висине 130 m), садрже прашкасте материје, CO₂, SO₂, NO_x и СО. Мерена температура димних гасова на излазу из електрофилтера на улазу у сисајуће вентилаторе димног гаса је најчешће у опсегу од 165–210 °С. За пречишћавање димних гасова, у почетку рада електране (1956. године), био је примењен систем батерија циклона (мултициклона), чиме су се одстрањивале само крупне фракције, док су ситније одлазиле у атмосферу. Због тога ТЕ Колубара 1979. године прелази на нови систем одвајања пепела из димних гасова, циклони се замењују електрофилтрима. У процесу рада ТЕ важно постројење и погон представља систем за отпрему и одлагање пепела и шљаке, као и сама депонија пепела и шљаке. Транспортни

систем служи да прихвати пепео и шљаку који се издвајају на прихватним местима котловских постројења и уређаја за пречишћавање димних гасова и да их транспортује до одлагалишта, депоније пепела и шљаке.

Транспортни систем пепела и шљаке у принципу се може поделити на:

- » систем унутрашњег транспорта (*унутрашњи систем*) и
- » систем спољашњег транспорта (*спољашњи систем*).

На примр, у ТЕНТ „А“ постоји инсталисан хидраулички систем за допрему пепела и шљаке са мешавином ниске концентрације. Пепео и шљака који чине чврсту фазу „суспензије“ меша се са водом у односу 1:10. Вода од хидрауличног транспорта се не рециркулише у оквиру система, већ се прелива преко преливних стубова и дренажа преко система дренажних бунара из депоније у реку Саву. Велики проблем у складиштењу пепела на депонији пепела из ове ТЕ јесте тзв. летећи пепео. Да би се то избегло у ТЕНТ-у су приморани на следеће активности. У оквиру активне касете депоније пепела и шљаке, допремљени пепео и шљака који се хидрауличним путем транспортује додатно се наводњава прскалицама како би се избегло његово подизање у ваздух и загађење ваздуха и животне средине у целини. Спречавање ношења пепела у ваздух спроводи се применом тзв. воденог огледала које се укључује над активном касетом. Такође, водени топови и прскалице постављени су око целе депоније. Када у довољној мери нарасте ниво пепела и шљаке касета се затвара, и рекултивише. Тачније сади се трава која својим коренским системом спречава расејавање пепела. А онда се пасивна касета се активира тако што на ужој површини почиње депоновање новог слоја пепела.



Слика 12. Распоред прскалица на ободу депоније пепела ТЕНТ „А“ које спречавају подизање пепела у ваздух

(Преузето са: <https://obrenovac.rs/?p=4023>)

У склопу ТЕНТ „А“ депонија пепела налази се у залеђу електране, на десној обали Саве. Захвата 400 ha површине од чега основа саме депоније пепела заузима 382 ha.

Подељена је у 3 дела – касете од којих је једна активна, а друге две су пасивне (рекултивисане и затравњене).

Свака касета у основи заузима око 125 ha. Депонија је са обе стране опасана са по 4 пепеловода од обимних пепеловода се према активној касети радијално пружају краћи пепеловоди – истакачи хидро смеше и пепеловоди за напајање хидроциклонских станица. На основу ортофото илустрације примећује се да се депонија пепела састоји од активне и пасивне касете(слика 13).



Слика 13. Ортофото снимак електране, депоније и девастиране површине ТЕНТ „А“

У ТЕНТ „Б“, на постојећим блоковима од 2009. године пуштена је у рад нова инсталација система за транспорт пепела и шљаке на депонију. У питању је маловодни транспорт, у односу (пепео+шљака):вода = 1:1. За потребе новог система изграђена су два бетонска сабирна силоса капацитета $2 \times 5.000 \text{ m}^3$, за прикупљање пепела, и један сабирни бункер за прикупљање шљаке, запремине 800 m^3 .



*Слика 14. Нови систем одвођења пепела из ТЕНТ „Б“ на активну касету
(Преузето са: <https://staklenozvono.rs/2010/12/novi-sistem-prikupljanja-i-odlaganja-pepela-u-tent-u/>)*

Депонија пепела и шљаке ТЕНТ „Б“ се налази на локацији „Бивољача“, ненасељеном простору између насеља: Ушће, Дрен, Грабовац и Склепа, 4,5 km удаљена од термоелектране. Заузима површину од преко 600 ha и насипима је подељена на 3 касете, приближно једнаке, при чему је предвиђено да се касета III активира тек након доградње нових блокова термоелектране (III и IV блок).

Депонија је почела са радом новембра 1983. године. До сада је на депонији ТЕНТ „Б“ одложено око 73 милиона тона пепела. На ТЕНТ „Б“ у примени је технологија прикупљања, припреме, транспорта и одлагања пепела у виду густе хидромешавине. Смеша, суспензија пепела и шљаке и воде (чврсто : вода = 1 : 1) се пумпама транспортује и сукцесивном променом истакачких места, равномерно истаче – одлаже на активну касету депоније. Нова технологија је обезбедила значајно смањење и спречавање разношења пепела под дејством ветра и смањила загађење подземних вода и тла јер се отпадне воде са депоније више не испуштају у канал Вукићевицу и реку Саву (*преливних вода више нема, док се дренажне воде рециркулишу, односно поново враћају у систем*).



Слика 15. Ортофото снимак електране, депоније пепела ТЕНТ „Б“

Као што је већ речено, нови систем угушћеног транспорта пепела, у сразмери 1:1, значајно допринети и очувању околне животне средине, како смањењем његовог развејавања тако и мањим загађивањем подземних вода.

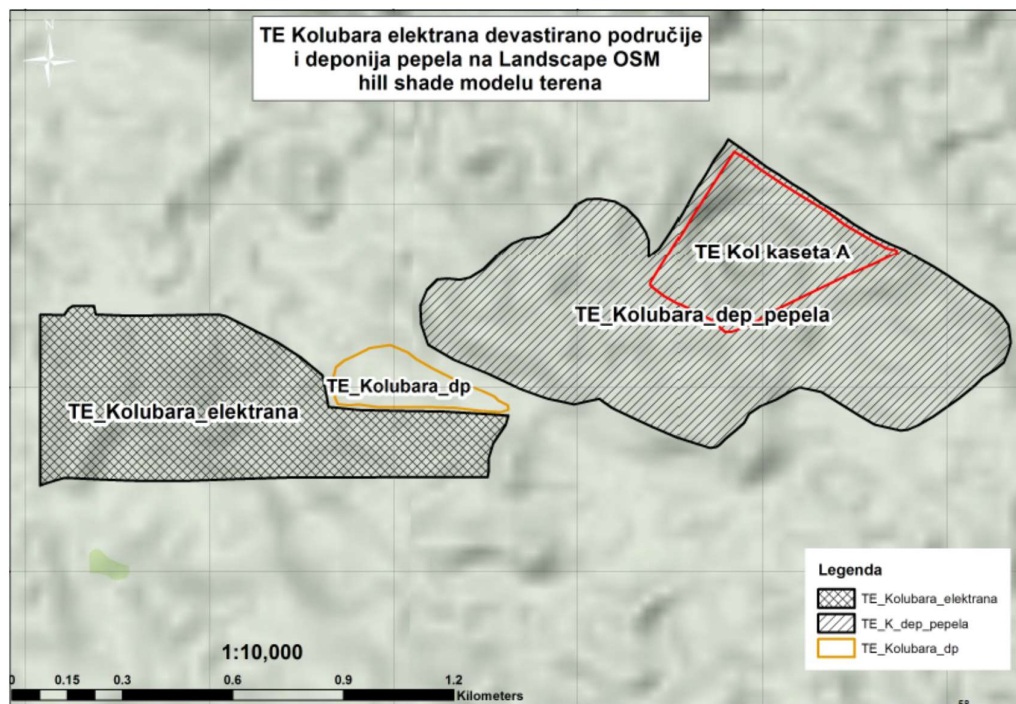
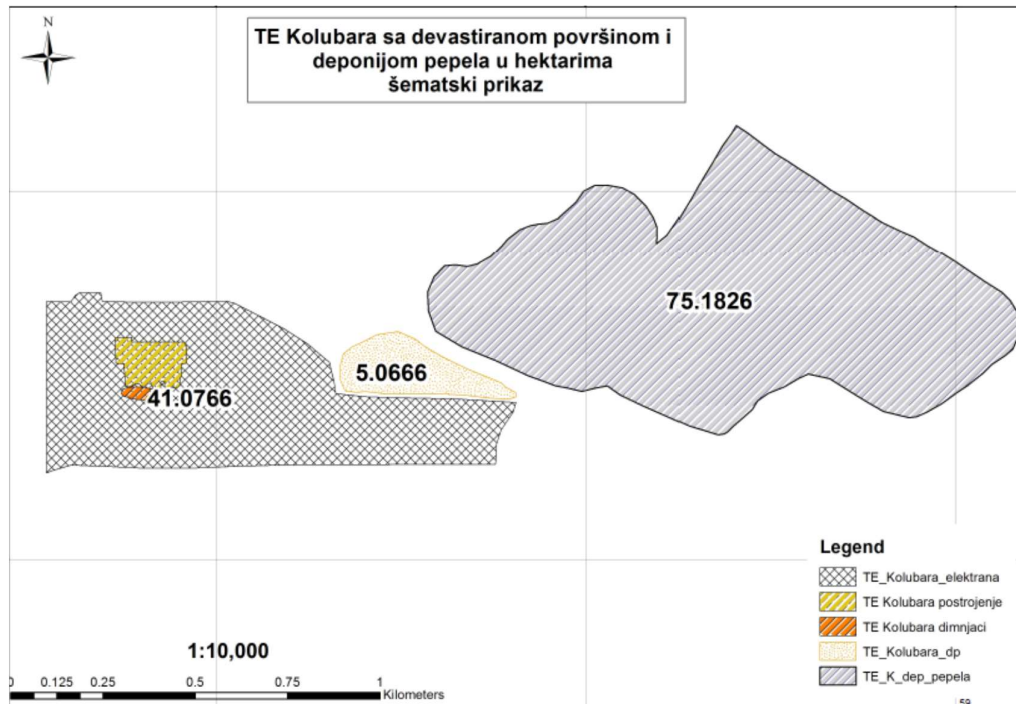
Поступак транспорта, одлагања и складиштења пепела прати се у складу са постојећим доступним технологијама са циљем да се што боље и квалитетније обезбеди заштита животне средине. Неке од технологија које се примењују су:

- » биолошка рекултивација (*сетва трава и садња дрвећа и жбуња*);
- » друге мере заштите на активној касети (*одржавање воденог језера, квашење сувих површина и квашење новизграђених насипа*).



Слика 16. Ортофото снимак депоније пепела на локацији ТЕНТ „Б“

Слични методи одлагања пепела и шљаке на депоније практикују се и у ТЕ Колубара. Непосредно пре транспорта на депонију пепео се хлади и кваси у одговарајућим бункерима постављеним иза електрофилтара. После тога, се пепео и шљака хидрауличним путем транспортује на депонију. Однос пепела и шљаке је 90-97% према 3-10%. Депонија пепела и шљаке ТЕ Колубара заузима укупну површину од 77 ха.



Слика 17. ТЕ Колубара са девастираном површином и депонијом пепела у хектарима - шематски приказ и hill shade модел терена

У ТЕ Колубара од 1979. године се поред уградње електрофилтара за пречишћавање димних гасова мења и унапређује систем транспорта пепела и шљаке. Од изградње и пуштања ТЕ Колубара у погон уместо транспорта пепела жичаром, од 1979. године прелази се на хидраулички транспорт пепела и шљаке. Тада ТЕ Колубара постаје модерна електрана чија снага варира од 32 MW до 271 MW са низом комбинација снага и могућности ангажовања.

И у другим термоелектранама углавном се транспорт пепела и шљаке обавља хидрауличним путем.

У ТЕ Морава пепео из котла скупља се у електрофилтерске и котловске бункере. Шљака из котла пада у мокри одшљакивач где се хлади и дроби и хидрауличним путем транспортује на депонију. На крајевима левкова који су постављени испод канала димних гасова електрофилтера и котла, уграђени су водни ејектори помоћу којих се пепео и шљака са водом (*у односу 1:1*) потискују до базена пулпе, а одатле багер пумпама до депоније шљаке и пепела. Пепео се одлаже на отворену депонију површине 45 ha. Од тога пасивне касете - рекултивисане, заузимају 11,5 ha, активне 9,7 ha (*3 касете*). У припреми је израда нове касете од 6 ha, тако да укупна површина износи 27,2 ha.

Укупна површина депоније шљаке и пепела износи 45 ha. Од тога хумузирано, затрављено и по ободима насипа засађен багрем и тамарис око 10.000 комада у укупној површини од 8,6 ha. То су тзв. каде I, II и III. На површини од 2,4 ha створено је брдо шљаке и пепела, такође хумузирано. Просечна висина одлагалишта пепела и шљаке креће се од 15 – 30 метара. Све преко 30 метара представљају одлагалишта са високим ризиком. Од тога, на 40 aри је посађен експериментални воћњак и то: 5 врста винове лозе (*100 калема*), 5 врста крушака (*40 садница*), 5 врста јабука (*50 садница*), једна врста брескве (*40 садница*) и 30 садница шљива. Преосталих 2 ha коришћени су за производњу детелине, а у последње три године кукурза и јечма. Када IV површине 3,2 ha је такозвана проточна, а каде V и VI се користе за одлагање шљаке и пепела. Њихова површина је око 6,5 ha. Када VII чија је површина 6 ha има функцију пријема избистрене воде. Преостало земљиште, до потребе за коришћењем као депонија шљаке и пепела, користи се за узгој житарица.



Слика 18. ТЕ Морава депонија пепела и електрана ортофото снимак

У ТЕ Костолац А и Б, преласком на маловодни транспорт пепела и шљакe (1:1, вода-пепео) на унутрашње одлагалиште ПК Ћириковац по плану крајем 2015. године обезбеђен је знатан проценат смањења загађења ваздуха. Такође, овим начином одвођења пепела на депонију обезбеђено је да повратна вода из система транспорта пепела се враћа у ТЕ Костолац А, у оквиру једног затвореног система, чиме се такође смањује постотак загађења површинских и подземних вода. На овај систем депоновања

пепела и шљање челници ЕПС-а су се одлучили током 2013. када су и започети грађевински радови (*изградња силоса*).

Депонија пепела и шљаке унутрашње одлагалиште ПК Тириковац је напуштени коп. Заузима површину од 189 ha, подељена је на две касете. Површина касете 1 је око 64 ha тренутно је у фази формирања и касета 2 површине око 125 ha. До сада је на депонију ПК Тириковац одложено око 2,8x10⁶ t пепела, који је окарактерисан као неопасан отпад који има употребну вредност. Технологијом густе хидромешавине не долази до загађења воде, јер је систем воде затворен процес, вода се не испушта у реципијент. Не долази до загађења земљишта, јер загађујуће материје из пепела не доспевају у подземне воде и на тај начин не загађује се земљиште, поред тога пепео се одлаже на већ деградираним површинама.



Слика 19. Костолац депонија пепела ортофото снимак

Такође, треба нагласити да пре испуштања димних гасова у атмосферу из ТЕ, врши се честично пречишћавање електрофилтарским уређајима. Сваки блок има по два димна канала, на којима су инсталирани електрофилтри адекватног капацитета. По пречишћавању димни гасови се испуштају кроз димњак прописане и пројектоване висине и кроз засебне димне канале за сваки термоблок.

У принципу свака ТЕ поседује електрофилтере. Ови уређаји углавном су постављени у позадини термоелектрана и то у оквиру сваког термо-блока и веома су битни за пречишћавање и таложње пепела. По конструкцији унутар сваког електрофилтра постављене су решетке које су оптерећене напоном који доводи до таложња пепела из дима који настаје током процеса сагоревања угља. У правилним временским интервалима решетке се стресају, сакупљени пепео пада и скупља се а даље се меша са водом. Тако помешан пепео и вода се посредством хидрауличних пумпи транспортује на активну касету.

Дакле, као што је већ речено у раду ТЕ и ТО-ТЕ јављају се извесни штетни продуката при производњи топлотне и ел. енергије у виду лагеровања пепела и шљаке и стварање тзв. депонија. Депоније пепела и шљаке представљају површинске изворе загађивања ваздуха и воде, а самим тим и земљишта. Све посматране ТЕ које представљају предмет и основ истраживања овог рада имају своје депоније пепела и шљаке које заузимају значајне површине и тако чине девастирана подручја која треба ремедијацијом вратити првобитној намери или постојеће девастирано подручје тј. *brownfield* локацију претворити у привлачну зону коју ће бити могуће искористити за пољопривредно или индустријско добро, рекреативни парк или спортски терен и сл.

4.8.3. Предложени план поновне употребе

У циљу сагледавања реалног стања загађења животне средине и спровођења поступка ремедијације девастираних подручја у близини термоелектрана, рударских басена и копова, девастираних површина прекривених пепелом, јаловиштем и шљаком као и других индустријских објеката који у извесној мери загађују животну средину спроведено је више студија и Стратегија са циљем смањења емисије штетних гасова и материја са ових подручја.

Brownfield локације су напуштене и недовољно профитабилне области, постројења, географске локације у пословном смислу које очекују своју пренамену и повратак широј друштвеној заједници или јавном добру. Ова област искоришћавања и пренамене напуштених пословних локација и деконтаминација и чишћење подручја од загађења још увек је законски непотпуно уређена, али ипак пружа значајне услове опстанка и добро функционише у пракси. У студији „Оживљавање *brownfield-a* у Србији“ истиче се да код нас постоји адекватан оквир којим се предвиђа пројектовање, санација, управљање и ревитализацију *brownfield* локација. За интензивнију примену неопходно је уредити законски основ који би општинама и јединицама локалне самоуправе дао шири овлашћења како би политику санације и ревитализације *brownfield-*

а“ обављали што ефикасније, брже и економичније. Овде се првенствено мисли на нову регулативу у области имовине локалне самоуправе. Систематичност и један свеобухватан приступ када су у питању *brownfield* локације и њихова пренамена треба да идентификује више квалитетних могућности и опција за пренамену *brownfield* локације. У том погледу неопходно је да се ураде адекватни катастарски прегледи и електронски модели, на основу којих је могуће развити каталог ресурса како би се приказала потенцијална поновна употреба. Каталог потенцијалних ресурса поновне употребе *brownfield* локација треба да садржи адекватне информације и да уважи еколошке норме и стандарде на основу којих је могуће развити и имплементирати ревитализација *brownfield* локација, укључујући и одржива или „зелена“ чишћења и стратегију поновне употребе. Каталог ће омогућити заинтересованим странама да одреде најкорисније оствариве употребе *brownfield* локација у својим заједницама.

У стратешким документима ЕПС-а истичу се могући правци пренамене и реструктурирања као и гашења непрофитабилних блокова термоелектрана и њихово усаглашавање са европским директивама. У том погледу, Електропривреда Србије (ЕПС) кроз своју пословну и друштвено одговорну политику пословања радни на реализацији пројеката којим се унапређује рад термо блокова у термо електранама а које су у складу са најновији директивама ЕУ. То усклађивање већ се спроводи, контрола функционалности рада и нивоа загађења обавља се посредством Националног плана за смањење емисија.

Могућност постепеног усаглашавања са директивном ЕУ предвиђа се да буде реализована до краја 2023. године. Већина пројеката којима се тежи смањити емисија штетних гасова из термоелектрана је у току. Нарочито акценат је стављен на смањење емисије прашкастих материја, азотних оксида и сумпор диоксида из термоелектрана. Осим тога, ЕПС спроводи анализу у домену затварања појединих непрофитабилних термо блокова у термоелектранама и њихову ревитализацију и ремедијацију.

ЈП ЕПС је и у прошлости водио рачуна о рекултивацији девастираних површина које је својим радом и експлоатацијом термоелектрана и рударских копова створио. У том погледу поред спровођења обавезних, законом прописаних мера, на детоксикацији подручја на којима обављају експлоатацију и своју делатност ЈП ЕПС у сарадњи са другим пословним партнерима или сопственим активностима врши пошумљавање или засејавање површина на којима више не спроводе рударске активности. Такође, на пасивним касетама депонија пепела и шљаке врши се озелењавање и/или пошумљавање са циљем да се кроз рекултивацију таквих површина смањи негативан утицај експлоатације руда, смањи негативан утицај по околину, заустави подизање пепела и честица пепела у ваздух у оклоном подручју као и да се опште посматрано обезбеди заштита животне средине и одрживи развој.

4.8.4. Досадашња истраживања и прикупљени подаци

Регенерација *brownfield* локација постала је ентрална тема током последњих неколико деценија у свету и код нас. У делима различитих аутора који су спроводили истраживања у овој области истиче се да решење *brownfield* локација је могуће обезбедити у ситуацијама у којима постоји компромис између економске оправданости, финансијских средстава и еколошке одрживости као основних постулата развоја сваке модерне компаније.

Елементарне особине социјалистичке привреде састојала се у државном власништву над земљиштем нерационалном употребом простора и поедовањем огромних производних капацитета са ниским коефицијентом искоришћења. Поред тога, урбанистичко планирање није пратило логику капитала приликом дистрибуције земљишта па су фабрике подизане ад хок како се јављала потреба да се један део локалног становништва задржи на том географском подручју. Са падом социјалистичког режима долази до појаве девастираних подручја широм земље јер су бројне фабрике отишле у стечај а њихова имовина је напуштена, урушена и девастирана. Сва ова подручја су девастирана и загађена у већој или мањој мери и неопходна им је санација и рекултивација јер у супротном она имају велика економска и еколошка оптерећења.

При подели девастираних подручја у нашој земљи разликују се следећа *brownfield* подручја:

- » Функционално напуштена подручја у које се убрајају подручја или локације без активности, али са титуларом власника;
- » Правно напуштена подручја у које се убрајају подручја или локације које су у власништву предузећа против којих је покренут стечајни поступак;
- » Имовински напуштена подручја у које се убрајају подручја или локације са неразјашњеним правно имовинским односима и
- » Физички напуштене локације које обухватају подручја или локације које је бивши власник напустио и оставио је у надлежности града/општине.

У земљама које су у транзицији реализован је велики број пројеката који имају за циљ санацију и поновно коришћење индустријских локација. У нашој земљи то је случај са локацијама које су у власништву ЈП ЕПС-а. Девастирана подручја која су у власништву ЕПС-а најчешће се налазе у околини ТЕ и рударских копова и басена. Нарочито треба имати у виду да су ове површине веома велике и да се мере у хиљадама хектара. Такође, евидентно је да се за потребе електроенергетског система земље из термоелектрана производи око 70% ел. енергије. Електрична енергија производи се у термоелектранама ПД ТЕ „Никола Тесла“, ПД „ТЕ-КО Костолац“, ПД „Панонске ТЕ-ТО“,

Актуелни Закон РС из области заштите животне средине указује на чињеницу да је ЈП Електропривреда Србије обавезно да своју пословну политику и рад свих својих објеката усклади са одредбама Закона о интегралној превенцији и контроли загађења до 2015. године. Практично, национални прописи треба да су усаглашени са прописима ЕУ, а то даље значи да ЕПС у свим својим новим објектима, као и објектима предвиђеним за ревитализацију мора примењивати нове одредбе и савремене мере заштите. Као и на пример, уградња постројења за одсумпоравање димних гасова и електрофилтери високе ефикасности.

Ради смањења аерозагађења предвиђају се мере као што су:

- » инсталација савремене опреме за мониторинг и смањење емисије отпадних честица;
- » реконструкција електрофилтера поштујући ЕУ норме (ГВЕ = 50 mg/m³ чврстих честица);
- » минимизирање концентрације азотних оксида према ЕУ нормама (ГВЕ = 200 mg/m³ азотних оксида);
- » пројектовање, израда и инсталација постројења за одсумпоравање димних гасова према ЕУ нормама (ГВЕ = 400 mg/m³ сумпорних оксида);
- » коришћење „зелене технологије“ како би се заштитила животна средина;
- » рекултивација депонија пепела ут примену адекватних агротеничких мера;
- » поштовање глобалних норми које се данас примењују у заштити животне средине.

У заштити вода примењују се стратешки принципи заносвани на:

- » анализи, методама и поступцима за смањење штетних материја из отпадних и процесних вода као и пречишћавање истих;
- » мерењу контроле квалитета испуштених вода из постројења;
- » примену савремених технолошких решења којима се смањује утицај процесних вода на ширу друштвену заједницу и др.

Ради укупних ефеката могуће је применити неколико стратегија као што су:

- » испитивање исплативости и могућности продаје пепела и шљаке као секундарних сировина цементној индустрији, фабрикама за путеве и др.
- » увођења менџмент система за управљање заштитом животне средине и истраживањем могућности примене производње зелене енергије.

Испитивање потребних средстава и оправданости усаглашавања постојећих блокова ТЕ у Србији са ЕУ директивама је дата у оквиру прописаних докумената којим се политика заштите животне средине и уређује.

У табели паралелно је приказан однос емитоване количине штетних материја укупно за ТЕ ЈП ЕПС на годишњем нивоу (при раду од 6.000 сати) пре санације блокова као и очекиване количине после модернизације блокова а у складу са правном регулативом ЕУ.

Табела 10. Емисија из ТЕ ЈП ЕПС Србија

Врста емисије	Укупна емисија из ТЕ ЕПС-а (t/години)	
	Стање пре корективних мера	Стање после корективних мера
Честице	66.900	5.850
SO ₂	360.440	40.720
NO ₂	43.200	16.350

На основу презентованих података евидентно је да је неопходно високе емисије азотних оксида (до 500 mg/m³) које се генеришу на појединим блоковима ТЕ, свести на минимум посредством примарних мера за смањење NO_x из ТЕ ЕПС-а и довођење у прописане оквире (ГВЕ = 200 mg/m³).

Постројење за одсумпоравање димних гасова изграђено је у ТЕ „Никола Тесла Б“, у периоду 2010–2013. година, а затим и постројења у ТЕ „Никола Тесла А5 и А6“, у периоду 2011–2013. година и ТЕ „Никола Тесла А3 и А4“, 2012–2014. године. Када је реч о постројењима за одсумпоравање на осталим блоковима у ТЕ ЈП ЕПС (ТЕ „Никола Тесла А1 и А2“, ТЕ „Колубара А5“, ТЕ „Костолац А1 и А2“ и ТЕ „Морава“), одлука о њиховом усаглашавању са захтевима донета је у складу са одлуком о њиховој даљој експлоатацији и производњи електричне енергије.

Унапређење заштите животне средине и реализоване мере које су у Србији на овом плану интензивирани од 2004 до 2008. као и после тог периода значајно су унапредиле ову област. У домену заштите животне средине постигнути су очекивани ефекти реализованих мера заштите ваздуха. У ове мере убрајају се:

- » испуњењезаконских прописа ЕУ за смањење емисије честица ($GVE = 50 \text{ mg/m}^3$);
- » смањење годишње емисије честица у ваздух: 88% укупна емисија ТЕНТ А и Б и 54% укупна емисија ТЕ „Костолац А и Б“;
- » побољшање квалитета ваздуха у околини Обреновца, Костолаца и околних насеља а посредством минимизације емисија опасних материја у ваздух.

4.8.5. Корективне мере и циљеви

У Србији планира се обновљање или затварање пет термоелектрана, а у периоду од 2025. до 2030. године и то: ТЕ „Морава“, „Костолац“, „Никола Тесла“ и „Колубара“. У оквиру дисертације детаљније се анализирају основни економско-еколошки показатељи на основу којих је могуће донети исправну и објективну оцену и исплативности обнављања или затварања блокова у ТЕ „Колубара“.

Постојеће стање у ТЕ Колубара указује на велике губитке у производном процесу, високу цену одржавања опреме и технолошког процеса, повећане фиксне и варијабилне трошкове у ТЕ „Колубара“ као и на чињеницу да се из блокова ТЕ „Колубара“ емитују знатне количине прашкастих материја, азотних оксида и сумпор диоксида. Претходно побројани разлози ТЕ „Колубару“ су идентификовали као потенцијалног кандидата за затварање.

У стратешким документима ЕПС-а и Акционим плановима за производњу „зелене енергије“ истичу се четири оновна критеријума на основу којих се доноси одлука о затварању (*гашењу*) блокова и термоелектрана. У те критеријуме убрајају се:

1. скупо, неефикасно и нерентабилно одржавање блокова термоелектрана тј. гледају се најскупљи блокови за рад;
2. најмања инсталисана снага у ЕПС-овој флоти лигнита, тј. блокови који према редоследу користи имају најмању инсталисану снагу;
3. мали учинци у годишњој производњи ел. енергије, тј. гледају се блокови имају најмању производњу у ЕПС-овој флоти на годишњој основи, као и
4. мали учинци на дневној основи, тј. гледају се блокови који имају низак дневни допринос производње чак и током ударних месеци.

У анализи опција које се могу применити на сваки блок ТЕ „Колубара“ истиче се затварање тј. гашење блокова или промена власништва и намене одређеног термо блока. Све и да се одустане од затварања блоковских постројења у ТЕ „Колубара“ треба имати

у виду да постојећи ситем производње електричне енергије је изузетно нерентабилан а инвестиције на адаптацији блокова захтевале би затно виша улагања неопходна за рад блока у односу на корист коју исти пружа при производњи ел. енергије. Зато се у Стратегији ЕПС-а предвиђа постепено затварање блокова. Прво се планирају, на основу претходно побројаних критеријума, затворити блокови А1 и А2 већ током 2018. године, а кроз неколико година планира се затварање блокова А3 и А5, вероватно после 2020. године. Наведени подаци су оквирни, јер у тренутку писања овог материјала, ЕПС још увек није спровео јавне набавке за детаљан план регулације, затварања и ремедијације простора на поменути блоковима. Такође, предложена затварања нису сигурна јер о истим се мора одлучивати на основу резултата и анализа које треба да се ураде кроз поменуту јавну набавку. За сада је оквирни план о затварању или пренамени појединих блокова ТЕ „Колубара“ дефинисан и уврштен Акциони план. Ипак, било како било блокови ТЕ „Колубара“ после 2023. године не би могли радити више од 20000 сати годишње да раде. Ако се има у виду расположива технологија производне, као и година изградње и пуштана ТЕ „Колубаре“ у рад евидентно је да и уз ревитализацију кандидати за гашење не би били профитабилни због неефикасности и трошкова депресијације. Такође, подаци о дугорочном пословању и стратегији унапређења рада ЕПС-а указују на чињеницу да по затварању блокова термоелектране следи поступак конзервације и ремедијације, а све у складу са међународно прихваћеним стандардима у области заштите животне средине. Поступак затварања и конзервације одређених блокова термоелектране „Колубара“ спровешће се на основу изведених струдија и теренских истраживања.

У оквиру досадашњих истраживања, стратегија и акционих планова као и планова одговорног пословања предузећа ЕПС евидентно је да се предузимају активности и мере којима се обезбеђује побољшање ефикасности рада постројења, а такође се предвиђа и повлачење парних блокова у ТЕ „Колубара А1–А5“ (*укупне номиналне снаге 161 MW, а стварно расположиве око 120 MW*), због старости 45–50 година, ниске продуктивности у раду и великог ангажовања до сада (255.000 до 330.000 радних сати). Данас ови блокови раде са високом специфичном потрошњом па се улагање у њихов ремонт не очекује и неисплазиво је. Другим речима специфична потрошња од 16.000 kJ/kWh, узрокује негативне економско-финансијске и еколошке последице. Истовремено, њихов рад угрожава погонску сигурност и безбедност особља и опреме.

Повлачењем тј. затварањем парних блокова у ТЕ „Колубара“ проузроковало би потребу конзервације опреме за будуће коришћење уколико се потреба за то укаже. Затварање блокова изазвало би и отпуштање запослених, али би са друге стране знатно снизило трошкове одржавања, снизило ниво емисије штетних материја у ваздух и повећало ефикасност заштите животне средине. Поред затварања у анализу могућности и исплативости пројекта разматра се и опција промене власништва над одређеним блоковима. На тај начин могуће је кроз успостављање сарадње са спољним инвеститорима обезбедити наставак пружања услуге, на пример производње паре или грејање. Такође, кроз овај облик сарадње се обезбеђује и осигурава запосленост људи, али истовремено обезбеђује и наставак улагања у блокове.

4.9. Анализа ремедијационих алтернатива

У анализи различитих ремедијационих алтернатива и унапређењу развоја „зелене“ енергије примењују се различити методи и испитује низ могућности. Један од таквих пројеката јесте и пројекат спроведен између ЕПС-а и Европске банке за обнову и развој (ЕБРД) за реализацију пројекта у руднику „Колубара“ и финансијском реструктурирању ЕПС-а, подржаном од стране ЕБРД-а. Као главна тема састанка истакнут је значај у успостављању првог „зеленог“ пројекта у ЈП ЕПС и РБ „Колубара“, као једног од највећих инвестиционих пројекта у рударству. Пројекат предвиђа набавку савремене опреме за експлоатацију руде са површинских копова, као и комплетног система којим би се управљало квалитетом експлоатисане руде. На тај начин би се допринело бољој и квалитетнијој заштити животне средине и ефикаснијем пословању ЕПС-а.

У оквиру овог подухвата и пројекта анализиран је потенцијални даљи развој и реорганизација ЕПС-а, као и о настојању ЕПС-а да кроз координацију са државним министарствима обезбеди дугорочне, одрживе и квалитетне услове за објективну експропријација. Експропријација је први корак којим се обезбеђује истраживање и отварање нових копова. Акцент је дат новом пројекту, како би се дугорочно решили нагомилани проблеми ниске продуктивности копова и ТЕ а значајнијим подизањем савремених пословних станунапређењу окружења у погледу одрживости и заштите животне средине.

У експлоатацији угља и производњи електричне енергије ЈП ЕПС мора решити све своје обавезе наслеђене из прошлости са једне стране, а са друге стране мора створити оптималан пословни амбијент којим може одговорити савременим захтевима енергетског тржишта. Дакле, важно је да производи квалитетну електричну енергију по повољним условима. Да би то било могуће, неопходно је да ЕПС као национална компанија уважи и поштује високо зацртане стандарде прописане у директивама ЕУ.

4.10. Ремедијационе активности / мере

Примарни циљ ремедијационих активности и мера састоји се у избору техника и оптималних могућности на основу којих је могуће свести ниво загађења земљишта, воде и ваздуха у околинама термоелектрана и рударских копова на што мању меру. Загађујуће материје важно је спречити како не би доспеле у ланац исхране. Једини начин да се то избегне јесте примена ремедијационих техника. Која ће се техника применити зависи од низа фактора, као што је: количина и врста загађења, природа и конфигурација терена и др.⁷⁹

⁷⁹ Расулић Г., Нафта и животна средина. Заштита, загађивање и ремедијација. Про Петс: Београд, 2007

4.10.1. Кратак опис кључних ремедијационих активности

Оптимални обрасци и стратегије за одрживу *brownfield* регенерацију могу се спровести кроз више етапа, и то:

- » I фаза – Идентификација *brownfield*-а и процена карактеристика;
- » II фаза – Процена контаминираниости;
- » III фаза – Санација постојећег стања *brownfield* локације;
- » IV фаза – Реконструкција, ревитализација, пренамена постојеће структуре.

Одржива регенерација *brownfield* локација је комплексан процес који подразумева стратешки приступ кроз све етапе реализације.

У српвођењу регенерације *brownfield* локација од суштинског значаја су квалитетни плански документи.

Један од најважнијих докумената према коме треба у будућности усмерити активности на унапређењу производње електричне енергије јесте: „Стратегија развоја енергетике Републике Србије за период до 2025. године, са пројекцијама до 2030. године.“⁸⁰ У оквиру овог свеобухватног документа веома детаљно се описују најзначајније активности и кораци у унапређењу енергетског сектора Србије.

Међу првим корацим унапређења енергетског сектора Србије предлаже технолошка модернизације енергетике и енергетика заснована на ефикасном коришћењу „чистих облика“ и из различитих извора доступне енергије.

Други корак односи се на све вишу произвођу ел.енергије из обновљивих извора, као што су ветрогенератори, хриелектране, соларни панели и др. Дакле, циљ је користити што мање необновљиве изворе.

Тећи корак подразумева производњу електричне енергије која ће минорно угрожавати животну средину.

Четврти корак односи се на обезбеђење економске ефикасности и конкурентности на тржишту енергије. Енергија се посматра као свака друга роба па њен промет и цене морају добити тржишни карактер. У цену енергије морају бити уврштени и трошкови заштите животне средине и рекултивације земљишта.

Такође, успешна регенерација *brownfield* локација подразумева и спровођење низа превентивних мера од којих је најважније остварити директну везу између активности постројења у току његовог рада и последица које из тога пристичу на будућу *brownfield* локацију (*након престанка рада*). Све мере које се предузимају у циљу заштите животне средине и здравља људи (*запослених и оних који живе у околини*) у току рада постројења се сматрају превентивним мерама за спречавање контаминације будуће *brownfield* локације.

Затварање неког постројења представља низ активности на његовој локацији које је неопходно спровести ради њеног довођења у првобитно стање. Ове активности осим измештања сировина, полупроизвода и готових производа који се нађу у објекту, демонтаже опреме и уређаја, између осталог укључују и рушење и одлагање отпада, као и санацију и обнову терена. Најважнија питања у вези затварања постројења, тачније његовог стављања изван погона, односе се на загађење тла и подземних вода насталих обављањем делатности, уклањање загађења ради спречавања његовог ширења и

⁸⁰ "Службени гласник РС", број 101 од 8. децембра 2015.

уклањање и збрињавање материјала који се користио на локацији. Процедуре и поступке стављања постројења ван погона, треба укључити у оперативне планове за постојећа постројења, као и у пројекте нових.

Документ План мера за заштиту животне средине после престанка рада и затварања постројења је саставни део документације која се подноси уз Захтев за добијање интегрисане дозволе према Члану 9. Закона о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (“Службени гласник РС” број 135/04).

Утицаји на животну средину, после престанка рада и затварања постројења могу бити изазвани удесним ситуацијама већег или мањег обима (изливањима, истицањима и сл.), као и потребом демонтаже или конзервирања машина, опреме и уређаја који су престали са радом. Ризик с којим се суочава свако предузеће јесте да ће његова финансијска изложеност будућим трошковима затварања с временом расти и тако претећи његову одрживост. Будући да инвеститори постају све свеснији наведених ризика, предузећа која су тиме највише захваћена уочиће да трошак њиховог капитала расте, а вредност предузећа опада. Из тог разлога, поступак стављања постројења ван погона треба планирати, финансирати и, уколико је могуће, спровести током века његовог трајања.

Након усвајања Плана детаљне регулације, ова локација може постати индустријска зона у оквиру које може пословати велики број привредних субјеката.

Земљиште на локацији које је тренутно доминантно у статусу да је власник Република Србија, а корисних ЈП ЕПС, треба уредити на начин да се издвоји јавно земљиште од осталог.

Студија изводљивости или Пројекат унапређење управљања имовином се пре свега бави потенцијалном будућом наменом и уређењем простора и недостаје јој разрада економско-финансијске оправданости. На бази студије припрема се и предлог плана препарцелације комплекса. Потребно је унапредити примарну и у складу са плановима изградити секундарну инфраструктуру, а у складу са налазима студије санирати објекте у комплексу који су у државном власништву. За спровођење ових активности потребно је урадити студију економско-финансијске одрживости на бази постојеће студије и урадити пројектну документацију за реконструкцију инфраструктуре и објеката.

4.10.2. Ремедијација земљишта

„Биоремедијација је скуп поступака за ремедијацију уз примену биолошких агенаса. У ужем смислу под биоремедијацијом се сматра ремедијација уз помоћ микроорганизама, а у ширем смислу уз помоћ биљака (*фиторемедијација*). Многи аутори наводе да је концентрација елемента у корену биљке најбољи индикатор биодоступности тог елемента.“⁸¹ Добри фиторемедијатори су винова лоза, багремова шума, засади пшенице и др.

У погледу ремедијације земљишта ЈП ЕПС на својим рекултивисаним површинама, нарочито у погледу РБ „Колубара” гаји заседе пшенице, на којима из године у годину бележи рекордне приносе пшенице и других култура које се ту узгајају

⁸¹ Brun et al., 2001; Kabata-Pendias and Pendias, 2001; Chaignon et al., 2003; Feng et al., 2005

– кукуруза, сунцокрета, детелине, луцерке и воћних засада. Радници Сектора за заштиту и унапређење животне средине Рударског басена „Колубара” током прве половине јула углавном су ангажовани на пословима везаним за биолошку рекултивацију, обављајући жетву маркатилне пшенице на површини од 46,9 хектара.

Парцеле на којима се обављају жетвени радове, укупне површине од 22,7 хектара, у просеку дају 103,8 тона пшенице, што значи да је просек износио 4,5 тона по хектару. То је, посебно када се узме у обзир да су у питању рекултивисане површине. Такође, ЈП ЕПС и огранак „Колубара” располажу са око 1.000 хектара шумског засада на којима се планира реализација неколико специфичних пројеката. Чак и када се посматра на нивоу читаве републике, у питању је велико богатство које садржи огромне потенцијале.

Стручни тим којим сектор располаже улаже велике напоре да оствари висок квалитет шумске оплодне постојећих и будућих засада јер је чист ваздух један од најважнијих параметара здраве животне средине.

4.10.3. План мониторинга

Од почетка 2008. године, када је из вршено мерење, концентрације прашкастих материја из реконструисаних електрофилтера блокова А1 и А2 и утврђено да су оне биле изнад гарантованих вредности од 50 mg/m³ чапочињу се континуална мерења и активности на усаглашавању мера смањења концентрације загађујућих материја на вредности које су прописане директивама ЕУ. Током спроведених мониторинга утврђена су одступања која су најизраженија и највећа била на електро-филтеру блока А1, што се доводи у везу са високим температурама димног гаса и повећаном количином димног гаса. У наредном периоду испитани су сви параметри који утичу на ефикасност рада ових електрофилтера и учињени напори за побољшање њиховог рада и предузимања одређених мера за њихов рад у оквиру пројектованих вредности.

Приликом пројектовања и изградње блокова ТЕ „Никола Тесла А и Б“ нису биле предузете мере за смањење емисије сумпорних оксида, те због тога концентрација сумпор-диоксида у димном гасу знатно премашује домаћом и регулативом ЕУ дозвољене вредности (ГВЕ). Ради довођења концентрације емисије сумпорних оксида на ниво од 400 mg/m³, у складу са одредбама Директиве 2001/80/ЕС, планирано је да се до 2015. године уграде постројења за одсумпоравање димних гасова. Такође, нису предузете мере ни за смањење емисија азотних оксида, па и концентрације азотних оксида у димном гасу знатно премашују дозвољене вредности (ГВЕ). Да би се концентрације емисије азотних оксида довеле на ниво од 200 mg/m³, планирано је да се до 2015. године уведу примарне мере за смањење емисија на блоковима А3 - А6 ТЕ „Никола Тесла А“ и блоковима ТЕ „Никола Тесла Б“.

Континуална мерења емисије штетних материја обављају се од почетка 2009. године, у складу са захтевима Правилника о граничним вредностима емисије, начину и роковима мерења и евидентирања података („Сл. гласник РС“, бр. 30/97), уграђена је мерна опрема на блоку А6 ТЕ „Никола Тесла А“ - мерење SO₂, NO_x, CO, O₂, која је заједно са мерном опремом на следећим блоковима: блоку А3 и А4 ТЕ „Никола Тесла А“ – мерење SO₂, NO_x, CO, O₂, блоку А1 и А2 ТЕ „Никола Тесла А“ – мерење честица,

блоку А5 ТЕ „Никола Тесла А“ - мерење честица и гасова SO₂, NO_x, CO, O₂ планирана за мерење емисије наведених штетних материја у димним гасовима ове ТЕ.

Према овом пројекту, потребно је набавити, уградити и пустити у рад опрему за континуално мерење емисије SO₂, NO_x, CO, O₂ и прашкастих материја у ваздух на блоковима Б1 и Б2 ТЕ „Никола Тесла Б“, ТЕ „Колубара - блок А5“, а за ТЕ „Морава“ покренут је поступак за набавку наведене опреме.

У наредном периоду потребно је:

- » допунити или кориговати софтверски програм за статистичку обраду података о континуалним мерењима емисије SO₂, NO_x (NO₂), CO и прашкастих материја, како би се из статистичке обраде при прорачуну средњих вредности изузели подаци који нису валидни;
- » извршити набавку и уградњу преостале потребне опреме за континуално мерење гасова и прашкастих материја, и то на ТЕ „Никола Тесла А“:
 - мерење емисије гасова SO₂, NO_x, CO, O₂ на блоковима А1 и А2,
 - мерење прашкастих материја на блоковима А3, А4 и А6, којом ће се обезбедити континуално мерење емисије штетних материја у ваздух на свим блоковима ТЕ „Никола Тесла А“.

Увођење аквизиционог система за континуални надзор рада електрофилтерских секција ТЕ „Колубара А“ и оперативна примена добијених података ради смањења емисије честица електрофилтерског пепела у околину преко димњака ТЕ „Колубара“ започета је 2008. године набавком мерне опреме, која је уграђена у складу са решењима датим у пројекту. Такође, квалитетном мониторингу допринело је и увођење интегралног система за континуално праћење утицаја ТЕ „Никола Тесла“ на квалитет ваздух а у Обреновцу и околним насељима. Интегрални систем који је уведен омогућује систематско праћење утицаја ТЕНТ-а на квалитет ваздуха (*загађење честицама*), као и објективно и благовремено информисање јавности о квалитету ваздуха у Обреновцу и околним насељима, што је један од предуслова за предузимање одговарајућих мера заштите.

Такође, квалитетном мониторингу доприносе и уграђени електрофилтери на блоковима А1, А2, А4 и А5 ТЕ „Никола Тесла А“, а који су, после обављених реконструкција, усаглашени су са захтевима регулативе ЕУ за смањење емисија прашкастих материја.

Усаглашавање рада електрофилтера блокова А3 и А6 ТЕ „Никола Тесла А“ и блокова Б1 и Б2 ТЕ „Никола Тесла Б“, затим блока А5 ТЕ „Колубара А“ и блока А ТЕ „Морава“, са захтевима регулативе ЕУ за смањење емисија прашкастих материја планирано је за период 2009-2010. година.

Карактеристике емисија из димњака дају се, за сваку ТЕ посебно, на основу резултата мерења која обавља овлашћена институција према Програму мерења из периодичних испитивања емисија штетних материја у ваздух.

У наредним тематским целинама рада детаљније се анализира, истражује и испитује квалитет животне средине у околини ТЕ и површинских копова РБ Колубара и Костолац. Циљ спроведених теренских истраживања биће усмерен на испитивање могућности примене екоремедијације девастираних подручја и њихову поновну употребу. Такође, суштина наредних тематских целина рада састоји се у истраживању

утицаја ТЕ и површних копова рударских басена на квалитет земље, воде и ваздуха у околини ових подручја. Акцент у раду ставља се на екоремедијациони план *brownfield* локација у случају подручја која су у власништву ЕПС-а и могућности њихове пренамене као и истраживања конкретне еколошко-економске и социјалне вредности.

5. ЕМПИРИЈСКИ ДЕО

ЈП ЕПС је својим стратешким и другим документима дефинисао потенцијално потискивање неких постројења по изградњи заменских капацитета и уклањање неких објеката. Тиме ће се створити простор за инвестирање у друге садржаје или продају тих површина. У сваком случају, неопходно је сагледати проблем „историјског“ загађења тих локација и створити простор за екоремедијацију, уз примену већ припремљеног плана и програма. Међу првим ТЕ на простору Републике Србије која би у догледној будуности могла бити затворена или делимично затворена, а један део њене површине рекултивисан и преусмерен у друге намене и делатности јесте ТЕ Колубара. Поред овог објекта треба направити и стратегију ремедијације и других објеката која за производњу ел. енергије користе угаљ и мазут (*као ограничене и необновљиве изворе фосилних горива*) и изнаћи могућности за алтернативне изворе ел. енергије и оправдану пренамену ових површина, после рекултивације и ремедијације. Отуда се, на основу претходних констатација, долази суштински и до циљ оваквих пројеката.

Сви екоремедијациони пројекти треба да буду тако конципирани да пруже адекватан, опширан и употребљив алат за опис стања *brownfield* локација ЈП ЕПС у највишим термоелектранама у Србији.

Очекивани резултати су:

- » дефинисање прихватљивог пројектног обрасца и тачно прописаног садржаја података;
- » предузимање опсежних мера којима је могуће недвосмислено обезбедити мерљивост еколошког статуса изабране *brownfield* локације са оценом актуелног еколошког стања (*са суб локацијама*);
- » спровођење квалитетних екоремедијационих (*ЕРМ*) планова за изабрану локацију након престанка рада ТЕ;
- » избор најприхватљивијег модела заснованог на еколошко-економској процени и њена валоризација;
- » акциони план са мерама за имплементацију.

У наредним тематским целинама рада биће спроведена опсежна теренска анализа и истраживање могућности спровођења екоремедијационог плана *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС. Циљ теренског истраживања састоји се у сагледавању утицаја ТЕ и РБ Колубара на животну средину и могућности да се по затварању одређених локација спроведе адекватна рекултивација и пренамена простора.

У теренском истраживању, кроз различите временске периоде од 2009 до 2013 године је узорковано земљиште, вода и ваздух у близини ТЕ Колубара, ТЕНТ, Панонских ТЕ а са циљем да се пружи једна свеобухватна слика и да се формира широко прихватљива база података о девастираним подручјима и *brownfield* локацијама које су погодне и привлачне за различите инвеститоре и њихову поновну употребу у друге сврхе.

5.1. ПРОСТОРНИ И ВРЕМЕНСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

Сprovedена експериментална и просторна истраживања од раније, као и истраживања која су наменски урађена за потребе дисертације указују на чињеницу да заштита животне средине и ремедијација девастираних подручја која су у власништву ЈП ЕПС захтевају стручну просторну и временску анализу. Другим речима, спровођење екоремедијационог плана је дефинисано просторним и временским одредницама.

На основу узорка истраживања може се приметити да време примене ЕРМ плана *brownfield* инвестиционе локације у обзир укључује и онај временски период у ком престаје да ради постројење. Такође, у време примене плана *brownfield* инвестиционе локације треба свакако укључити и време затварања постројења. Време у коме је постројење у погону, дакле пре него постане *brownfield* у ужем смислу, је од великог значаја јер се у току рада постројења дешавају најинтензивнији процеси деградације простора и медија животне средине. Све мере које се у том периоду предузимају сматрају се превентивним мерама у ЕРМ плану. У истом периоду се одвијају и мере усклађивања са законом и стандардима.

Корективне мере ЕРМ плана се спроведе после престанка рада постројења и његове демонтаже. Како се ТЕК налази у зони утицаја РБ Колубара неопходно је разматрати будући развој овог подручја у контексту интерактивних утицаја ТЕК, површинских копова РБ Колубара и активности Колубара Прераде.

Основни сукоб интереса проистиче из нужности продуктивне експлоатације угља као необновљивог природног ресурса и коришћења обрадивог земљишта као делимично обновљивог природног ресурса. Наиме, експлоатација угља не само да заузима велике површине, у овом случају земљишта високе бонитетне вредности, већ га додатно деградира одлагањем јаловине, пепела и других штетних материја, аерозагађењем и загађивањем воде. Да би се минимизовало штетно деловање рударских активности на пољопривредне површине, неопходно је у разради, односно имплементацији Плана полазити од општих принципа и критеријума као што су:

- » рационално коришћење земљишта за експлоатацију угља;
- » што краће време заузимања земљишта за експлоатацију и одлагање;
- » ефикасна рекултивација земљишта; и
- » ригорозна еколошка заштита.

Друга врста конфликта има наглашену еколошку димензију и састоји се у угрожавању и загађивању вода, ваздуха, земљишта и укупне животне средине. Овде је, поред планских мера у ужем смислу, подједнако важна примена инструмената опште политике заштите животне средине, а у првом реду:

- » увођење строгих еколошких стандарда и контроле и њихова ригорозна имплементација;
- » увођење нових, просторно-еколошки повољних („неутралних“, или што мање оптерећујућих) технологија експлоатације и прераде угља и других ресурса;
- » планско контролисање просторних аспеката загађивања средине (кроз контролу еколошко-просторног капацитета односно прагова средине); и
- » пажљива планска контрола просторне димензије загађивања.

Трећи конфликт тиче се еколошко-просторних захтева који проистичу из међународних обавеза Србије, с једне стране, и недовољне еколошко-просторне санације загађене средине из ранијих периода експлоатације и прераде основног ресурса, с друге. Наиме, у санацији и рехабилитацији животне средине (*рекултивацији земљишта, решавању проблема пречишћавања вода итд.*) веома се заостаје, па ово постаје приоритет у предстојећем периоду. Још увек је отворено питање извора из којих ће бити финансирана санација, што је проблем чија је сложеност додатно потенцирана у условима својинског и другог реструктурирања у области рударства и енергетике.

Отварање Републике Србије према свету и укључивање у регионалне и шире међународне интеграције имаће за последицу увођење новијих приступа и концепција просторно-еколошког развоја и контроле, где су за разматрања стратешких и регионалних аспеката најважније следеће:

- » одрживи развој или „Clean Coal Strategy”/Стратегија чистог угља;
- » принципи и критеријуми тзв. „индустријске/ привредне екологије”; и
- » заштита биодиверзитета.

Концепт обнављања деградираног простора (*насеља, екосистема, пејзажа и сл.*) заснива се на анализи и вредновању традиционалних вредности подручја (*градитељског и културног наслеђа, социјалних и хуманих вредности, природне средине тј. карактеристика рељефа, земљишта, пејзажа, флоре и фауне и сл.*). Овакав став не искључује друге вредности и стандарде који су у функцији задовољавања савремених потреба човека.

Досадашње искуство недвосмислено упућује на приступ по коме основни правци планске и друге координације треба убудуће да обухвате стратешке и регионалне активности просторног развоја планског подручја дате у наредној табели.

Табела 11. Стратешке и регионалне активности просторног развоја планског подручја

1	Билансирање утицаја	Максимизовање изгледних позитивних утицаја експлоатације основног ресурса, на једној страни, и спречавање могућих негативних утицаја, односно њихово довођење на неопходан/подношљив минимум, на другој;
2	Планско контролисање фактора	У првом реду демографских, насељско-комуналних и еколошких, који би могли отежати, успорити или осујетити рационално коришћење основног ресурса;
3	Инвестициона привлачност	Предузимање активности на локалном, регионалном и државном/националном нивоу којима се повећава инвестициона и друга привлачност Планског подручја за лоцирање комплементарних програма и пројеката развоја, тј. оних који се налазе изван области експлоатације основног ресурса (према императиву: „побољшање регионалног профила Планског подручја и његовог територијалног потенцијала”);

4	Еколошка просторна рехабилитација	Планско и програмирано отклањање досадашњих негативних последица експлоатације лигнита, а у првом реду просторно-еколошка рехабилитација оштећених односно промењених предеоних целина;
5	Социо-економска стабилизација	Планирано/програмирано предузимање активности које ће утицати на промену досадашњих негативних социо-економских и просторно-насељских тенденција на Планском подручју

Просторним планом обезбеђује се заштита лигнитског лежишта од деградације и нерационалног коришћења. Утврђује се рестриктиван и плански контролисан режим коришћења простора и изградње инфраструктурних, привредних и насељских објеката изнад лигнитског лежишта. Посебним планским мерама и решењима биће обезбеђено да примена поменутих ограничења не утиче на погоршање услова живота у насељима која се налазе у експлоатационом подручју лигнитског басена. Ове мере биће подржане одговарајућим институционалним и нормативним решењима, у складу с новим стратешким опредељењима Републике Србије у области коришћења енергетских ресурса.

Претходне констатације указују да истраживања девастираних подручја у околини термоелектрана у рударских басена имају веома значајну улогу у предстојећем периоду. Израду студије утицаја *brownfield* локација које су у власништву ЕПС-а и могућност ремедијације истих наручио је ЈП ЕПС са циљем да се утврди потенцијално загађење животне средине у непосредној и широј зони утицаја. Такође, циљ студије састоји се у формирању просторне – ГИС базе података са довољним бројем атрибуда који могу недвосмислено окарактерисати и описати одређену локацију и њен квалитативни састав земљишта, воде и ваздуха и садржати релевантне податке о могућим превентивним и корективним мерама ремедијације конкретне локације и рекултивацију исте.

Теренска испитивања и мерења су извршена 2009, 2012 и 2013. године од стране компаније МОЛ. Необрађени подаци су уступљени на обраду Факултету за примењену екологију Футура. Део теренских истраживања, обрађен и интегрисан у информациони систем са конкретним планом екоремедијације *brownfield* локација истовремено је постао и предмет истраживања аутора дисертације.

5.2. УЗОРАК ИСТРАЖИВАЊА

У наредним целинама рада приказују се најзначајнији подаци добијени на основу теренских истраживања, обраде „сирових“ података и интерполације истих у интегрисани информациони систем и ГИС базу ЈП ЕПС-а. За потребе израде студиозне базе података испитивано је земљиште, вода и ваздух у околини ТЕ Колубаре и РБ Колубара.

За анализу и испитивање земљишта у околини РБ Колубара и ТЕ Колубара узето је 19 тачака. Мерења су обављена на 17 узорака. Два узорка, тј. узорци 12 и 19 нису узети

у разматрање из разлога што су ван групе која би се по свом распореду могла окарактерисати као релативно правилна раздаљина између проба, па би интерполација била превише изражена (*неприродна*) у правцу позиција поменуте пробе. Узорци су узимани у 2 циклуса. Интерполација је дата за 2010, 2012 и 2013 годину и чини основу ГИСбазе података.

У наредној целини илустровани су најзначајнији параметри у испитивању земљишта, воде и ваздуха и дати адекватни резултати и дискусија истих кроз довољан број табела, графикана и слика.

5.3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

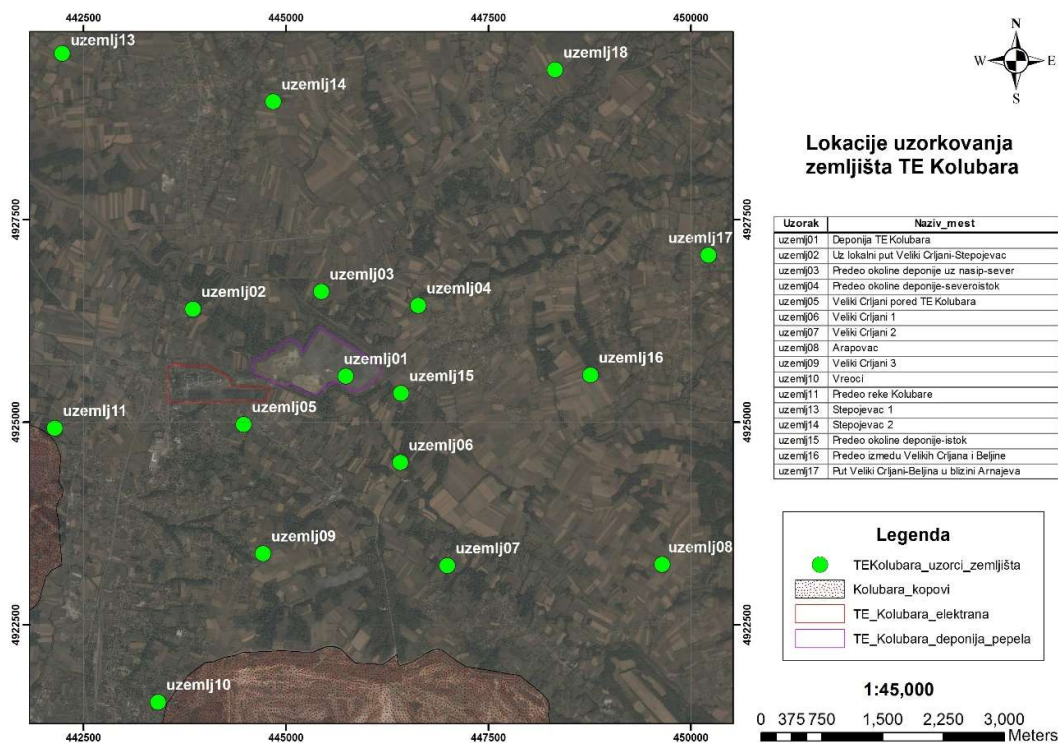
5.3.1. Истраживање квалитета земљишта у околини ТЕ Колубара

„Земљиште представља релативно танак површински слој земљине коре и убраја се у условно обновљиве ресурсе.“⁸² Интензивна употреба земљишта узрокује промену квалитативног и структурног састава земљишта. Да би се спречила озбиљна деградација земљишта наопходно је правовремено спроводити активности на контролисању квалитета истог. На основу спроведене контроле квалитета земљишта дефинисаће се осетљива и деградирана подручја која се уписују у одговарајућу базу података у којима се смештају и бројни други значајни подаци као на пример: степен загађења, карактеристике загађивача, врсте загађујућих материја и др.

У конкретном случају до загађења земљишта долази из интензивне индустријске активности експлоатацијом руде, одлагањем покривке и таложењем јаловнине, на основу које се мења физичко-хемијски састав земљишта на површинским коповима РБ Колубара. Такође, до загађења земљишта долази и на местима где се одлаже шљака и пепео који се генерише из ТЕ Колубара. Непрописно складиштење и одлагање опасних материја као и случајно испуштање прашкастих, токсичних и опасних материја, настало радом индустријских погона и током експлоатације различитих производних процеса, доводи до загађивања земљишта. Због побројаних активности земљишта могу бити у знатно загађена тешким металима, који су токсични и не могу се разорити него само превести у облике који нису доступни организмима.

У циљу контроле квалитета земљишта на ТЕ Колубара, испитивања су обављена током 20, 2012 и 2013 године а за потребе студије о плану ремедијације деградираних површина у власништву ЕПС-а. Програмом испитивања квалитета земљишта обухваћено је испитивање 19 узорака земљишта на следећим локалитетима.

⁸² Расулић Г., Нафта и животна средина. Заштита, загађивање и ремедијација. Про Петс: Београд, 2007



Слика 20. Узорци испитивања земљишта у околини ТЕ Колубара

Промене у квалитативном и структурном саставу земљишта настале као последица процеса деградације нису бурне већ се одвијају се лагано и тихо, па их је због тога веома тешко открити и запазити уколико се истраживање спроводи у краћим временским интервалима, а условљавају промене функција екосистема. Зато је за потребе дисертације вршено узорковање земљишта у педиоду од три године и то: 2010, 2012 и 2013. године са по два циклуса мерења у пролеће и јесен. Земљиште је узорковано са дубине до 30cm, а један узорак представља просек већег броја појединачних узорака, пропорционално површини одабраног локалитета. У испитивању присуства недозвољених количина опасних и штетних материја коришћени су следећи документи:

- » „Правилник о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање“ – који је прописан од стране РС из 1994. године.⁸³
- » „Уредба о програму системског праћења квалитета земљишта индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма“⁸⁴ у оквиру ког су дате и адекватне „Граничне и ремедијационе вредности концентрација опасних и штетних материја и вредности које могу указати на значајну контаминацију земљишта“.⁸⁵

⁸³ Сл. гласник РС: 023/1994

⁸⁴ Сл. гласник РС бр. 88/2010

⁸⁵ Исти извор

Табела 12. Максимално дозвољена количина опасних и штетних материја

Ред. бр.	Хемијски елементи	МДК у земљишту mg/kg земље	МДК у води mg/l воде
1.	Кадмијум	до 3	до 0,01
2.	Олово	до 100	до 0,1
3.	Жива	до 2	до 0,001
4.	Арсен	до 25	до 0,05
5.	Хром	до 100	до 0,5
6.	Никл	до 50	до 0,1
7.	Флуор	до 300	до 1,5
8.	Бакар	до 100	до 0,1
9.	Цинк	до 300	до 1,0
10.	Бор	до 50	до 1,0

Извор: „Службени гласник РС” број 23 од 18. марта 1994 доступно на: <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/reg/viewAct/a2703ad2-3309-4c61-a010-87205b3f0a3f>

Упоређивањем података из претходне табеле у којој су дате граничне и ремедијационе вредности концентрација опасних и штетних материја са подацима добијеним на основу теренских и експерименталним мерења долази се до информација о степену загађења земљишта у појединим деловима ТЕ Колубара. Добијене вредности и интерполација истих биће уврштени у ГИС информациони систем а за потребе овог рада, анализирају се испитивања земљишта на присуство појединих метала који имају значајнији утицај на деградацију земљишта и животне средине у целини на посматраном подручју.

Треба напоменути и то да одређена концентрација неких тешких метала у биљној производњи код једног типа земљишта не мора деловати штетно на биљни свет, али присуство истог тог метала у другом типу земљишта, може значајно утицати на деградацију тла и смањити квалитет и количину приноса, а некада довести и до преношења недозвољених концентрација тешких метала на плод биљке. Неки од најопаснијих тешких метала који негативно утичу на биљни свет а настају као резултат антропогеног загађења изазваног деловањем човека и индустријских активности су: кадмијум, арсен, олово, жива, гвожђе, цинк, угљеник и сл. У оквиру теренског истраживања за потребе овог рада испитиван је састав земљишта и загађења земљишта изазваног рударским активностима и производњом ел.енергије у ТЕ Колубара. Мерење концентрације укупног кадмијума (Cd) у земљишту у околини ТЕ Колубара дато је у табели 13, а интерпретација добијених резултата мерења илустрована на графику 1.

Табела 13. Укупна концентрација кадмијума у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локације узорковања	2010. године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	0,44	0,21	0,25	0,24	0,23	0,21
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	0,64	0,47	0,34	0,31	0,20	0,15
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	0,33	0,40	0,37	0,35	0,32	0,15
У34 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	0,22	0,20	0,19	0,17	0,18	0,11
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	0,48	0,35	0,35	0,34	0,27	0,23
У36 - Велики Црљани 1	0,50	0,40	0,39	0,34	0,29	0,23
У37 - Велики Црљани 2	0,44	0,37	0,36	0,32	0,23	0,20
У38 - Араповац	0,32	0,26	0,24	0,22	0,22	0,20
У39 - Велики Црљани 3	0,30	0,32	0,33	0,30	0,26	0,26
У310 - Вреоци	0,26	0,28	0,27	0,24	0,28	0,25
У311 - Предео реке Колубаре	0,44	0,31	0,28	0,25	0,30	0,25
У313 - Степојевац 1	0,39	0,31	0,26	0,23	0,22	0,30
У314 - Степојевац 2	0,23	0,38	0,26	0,24	0,27	0,29
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	0,36	0,40	0,34	0,31	0,30	0,21
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	0,23	0,24	0,16	0,14	0,20	0,17
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	0,43	0,35	0,27	0,26	0,25	0,21
У318	0,32	0,25	0,26	0,24	0,23	0,19

Обрађени подаци графички су приказани на наредном графику. Као што се може из добијених резултата видети најприсутнија концентрација кадмијума у земљишту налази се у околини депоније пепела ТЕ Колубара и у њеној непосредној близини. Ипак ове концентрације које су присутне у земљишту су знатно испод граничних прописаних вредности (*видети табелу 12*), па се може рећи да у значајној мери не утичу на земљиште и његово загађење. Треба имати у виду да се код одређених биљних врста количина и концентрација кадмијума из корена преноси и у надземне делове биљке у истом или нешто мањем обиму. Биљне сорте које узимају кадмијум из хранљиве подлоге земље задржавају га у корену, али се добар део истог може наћи и у надземним деловима биљке, тј. у стаблу и листовима. Зато је веома важно користити на земљишту загађеном кадмијумом оне биљне врсте које имају способност да акумулирају кадмијум усвојен из земље. То је на пример случај са детелином, или са житарицама. Истраживања су показала да се при узгајању житарица на јако зараженом подручју кадмијумом свега 1 mg/kg суве материје преноси на надземни део биљке.

То није случај са на пример спанаћем или парадајизом. У овим биљкама, кадмијум из корена се преноси у надземне делове биљке у потпуности. Чак може износити и до 160 mg/kg, па ове биљке могу бити веома штетне за људе и животиње уколико се гаје на таквим подручјима.

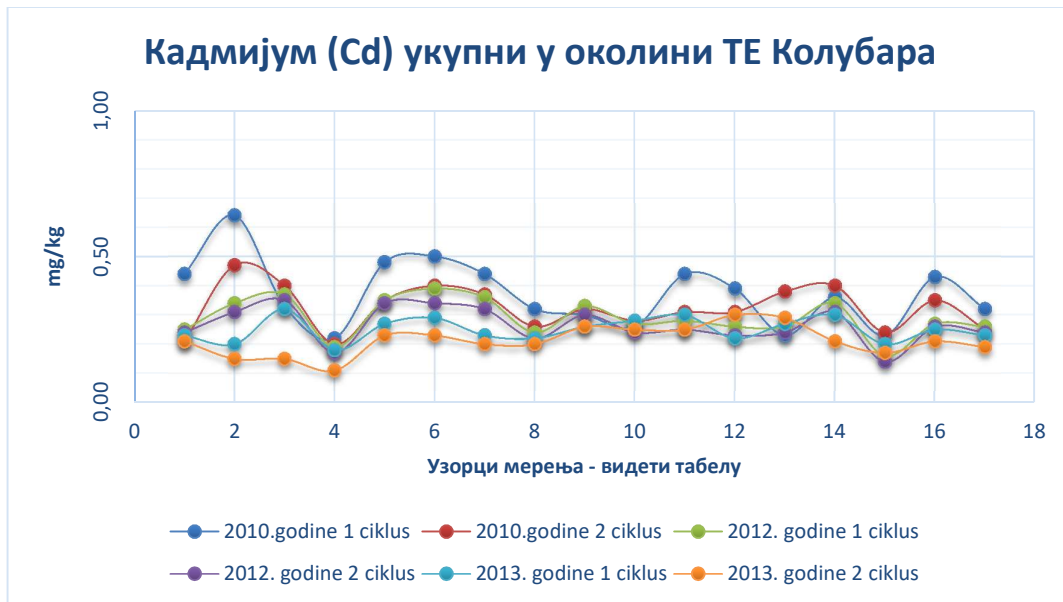
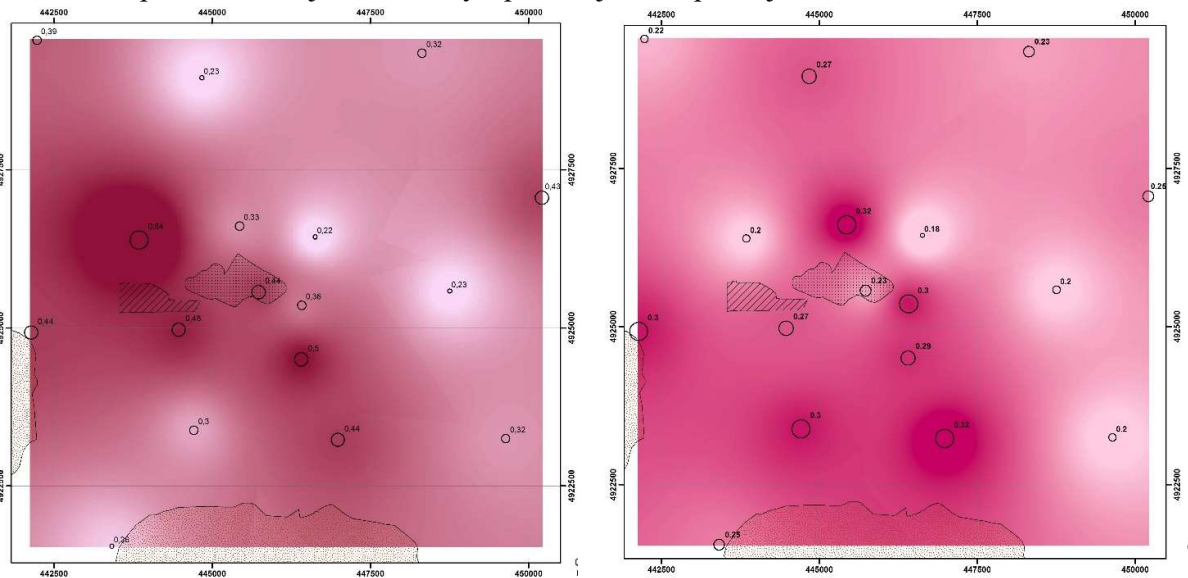


График 1. Концентрација укупног кадмијума током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

Интерполација резултата о концентрацији и количинама кадмијума у земљишту у непосредној близини ТЕ Колубара која намењена и уврштена у ГИС базу података девастираних локација ЕПС-а илустрована је на наредној слици.



2010. година – први циклус мерења

2013. година први циклус мерења

Слика 21. Интерполација расподеле кадмијума у земљишту у околини ТЕ Колубара

Други елемент који се сматра веома високим загађивачем земљишта изазваним антропогеним дејством јесте олово. Олово у природу доспева на бројне начине. Један од начина да се окупације олова нађу у земљишту, води и ваздуху долази од загађења из издувних гасова аутомобила. Биљке које се узгајају поред проходних саобраћајница могу попримити примесе овог метала. Концентрација и накупљање олова у биљкама зависи од више аспеката као што су на пример: удаљеност усева од саобраћајница,

вегетације, правац, интензитет и снага ветра, број кишних и сушних дана током вегетације и др. дужине трајања вегетације, правца и интензитета ветра. Интензитет контаминације биљака оловом смањује се њиховом удаљеношћу од великих саобраћајница.

Концентрација олова (Pb) У склопу ТЕ Колубара презентована је кроз податке дате у наредној табели уз одговарајућу графичку интерпретацију и интерполацију података намењених ГИС просторној бази о *brownfield* локацијама ЕПС-а.

Табела 14. Укупна концентрација олова у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локације узорковања	2010.године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	6,94	5,44	13,24	13,10	28,68	33,86
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	94,62	97,87	95,99	94,78	87,01	90,70
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	74,02	89,21	97,87	96,71	91,75	95,19
У34 - Околина депоније - СВЕРИСТОК	25,53	39,09	19,28	18,95	37,83	32,70
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	18,64	13,36	27,88	26,89	29,83	27,25
У36 - Велики Црљани 1	24,33	21,23	25,74	25,67	34,74	24,26
У37 - Велики Црљани 2	19,12	30,86	25,53	24,97	43,68	29,71
У38 - Араповац	19,72	23,04	23,74	23,42	32,24	30,48
У39 - Велики Црљани 3	21,85	23,92	25,70	25,41	33,72	34,63
У310 - Вреоци	11,47	22,00	19,49	19,41	26,61	22,80
У311 - Предео реке Колубаре	21,95	28,69	26,58	26,32	32,71	30,59
У313 - Степојевац 1	14,34	22,75	19,42	19,21	38,68	29,51
У314 - Степојевац 2	15,59	24,02	24,23	23,95	49,08	39,85
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	14,68	14,92	15,82	15,75	38,11	27,54
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	17,79	17,68	16,01	15,94	30,93	23,65
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	18,08	14,95	15,60	15,11	36,79	32,38
У318	21,41	23,51	28,19	27,87	38,86	30,13

Обрађени подаци графички су приказани на наредном графику. Као што се може из добијених резултата видети концентрације олова су високе у близини депоније ТЕ Колубара, као и околини депоније уз насип у правцу севера. Како се мерне тачке удаљавају од депоније ТЕ Колубара, концентрација олова у земљи се смањује. Упоредјујући измерене резултате кроз циклусе са подацима о МДК у земљишту (*видети табелу 12*), примећује се да се критичне концентрације овог метала налазе управо у близини депоније пепела и њеној широј околини.

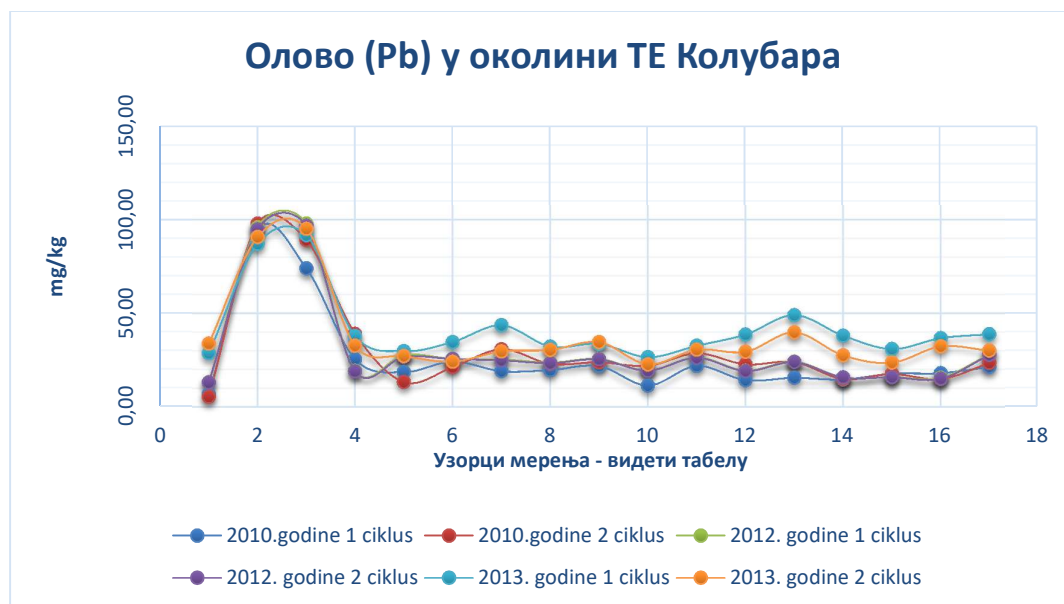
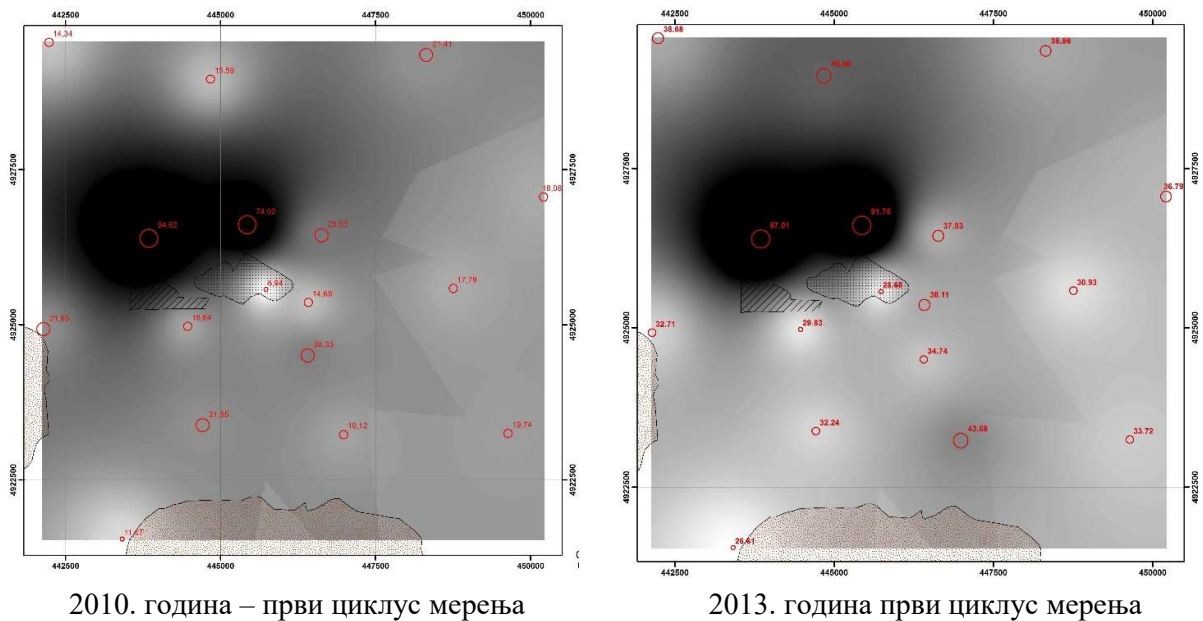


График 2. Концентрација укупног олова током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

Интерполација резултата о концентрацији и количинама олова у земљишту у непосредној близини ТЕ Колубара која намењена и уврштена у ГИС базу података девастираних локација ЕПС-а илустрована је на наредној слици. Илустрације ради у раду се приказују резултати првог циклуса мерења спроведеног 2010. године и првог циклуса мерења спроведеног 2013. године. Комплетна база података садржи сваки од циклуса мерења и интерполације, а такође поседује и низ додатних атрибута где се на основу тачних географских координата и гео карата унешених у програмско окружење *ArcMap* добијају прецизне информације о тачно одређеној географској локацији и катасторској парцели и саставу њеног земљишта.

Приликом ремедијације ових површина важно је приметити да биљке преко система корена олово у неорганском облику мало или нимало усвајају. Такође, олово не преносе у надземне делове биљке, осим ако се не ради о усвима који се узгајају на киселим земљиштима. За разлику од неорганских једињења олова, органска једињења веома брзо се апсорбују и из корена прелазе у надземне делове биљке. Ипак, тложење олова у корену је интензивније од таложења у надземним деловима, што је веома значајно јер се на тај начин штити надземни део биљке и зараженост биљке једињењем олова па се биљке могу користити у циклусу исхране. Културе које су веома отпорне на утицај једињења олова и које се могу као природни пречистачи узгајати на земљиштима у којима је присутна висока концентрација једињења олова су пшеница и соја. И у овом случају као и у претходном спанаћ се убраја у осетљиве биљке, па га не треба узгајати на земљиштима која поседују високу концентрацију олова.



Слика 22. Интерполација расподеле олова у земљишту у околини ТЕ Колубара

На основу спроведене интерполације и анализе примећује се да концентрација олова опада током посматраног периода на местима где је вршено узорковање земљишта, а да се истовремено дејство и утицај олова шири у незнатним количинама у шире географско подручје. И у овом случају утицај олова је најизраженији у околини депоније пепела и шљаке. Иако утицај олова није знатно изражен на самој депонији, евидентно је његово присуство уз локални пут В.Црљани – Степојевац, као и оклину депоније уз насип у правцу севера. Став и мишљење аутора рада је да се извесне количине овог материјала преносе кроз прашкасте материје и тако доспевају у земљу на ширем локалитету у односу на место саме депоније.

Утицај на састав земљишта и његову загађеност у значајној мери се приписује живи као тешком и веома отровном металу. Током спровођења теренских истраживања на посматраном подручју забележени су следећи резултати о присуству овог елемента у земљишту.

У табели 15 дати су подаци о вредностима укупне живе у земљишту у оклини ТЕ Колубаре. Одговарајућа интерпретација добијених резултата мерења илустрована на графику 3.

Табела 15. Укупна концентрација живе у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локације узорковања	2010.године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	0,04	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03
У34 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	0,05	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03
У36 - Велики Црљани 1	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
У37 - Велики Црљани 2	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
У38 - Араповац	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02
У39 - Велики Црљани 3	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
У310 - Вреоци	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
У311 - Предео реке Колубаре	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03
У313 - Степојевац 1	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02
У314 - Степојевац 2	0,03	0,05	0,02	0,01	0,03	0,02
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	0,05	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
У318	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02

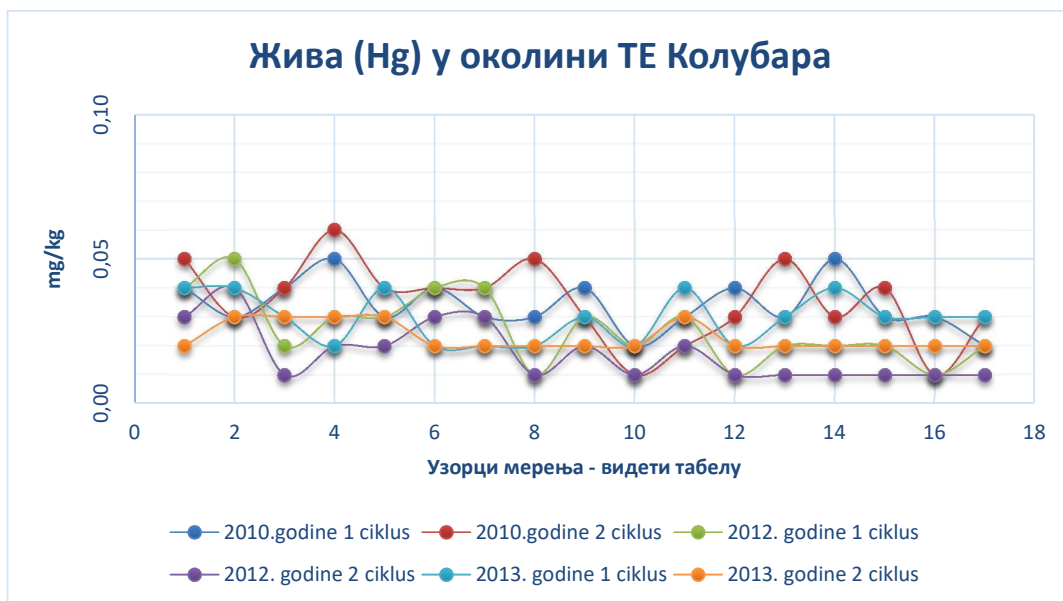
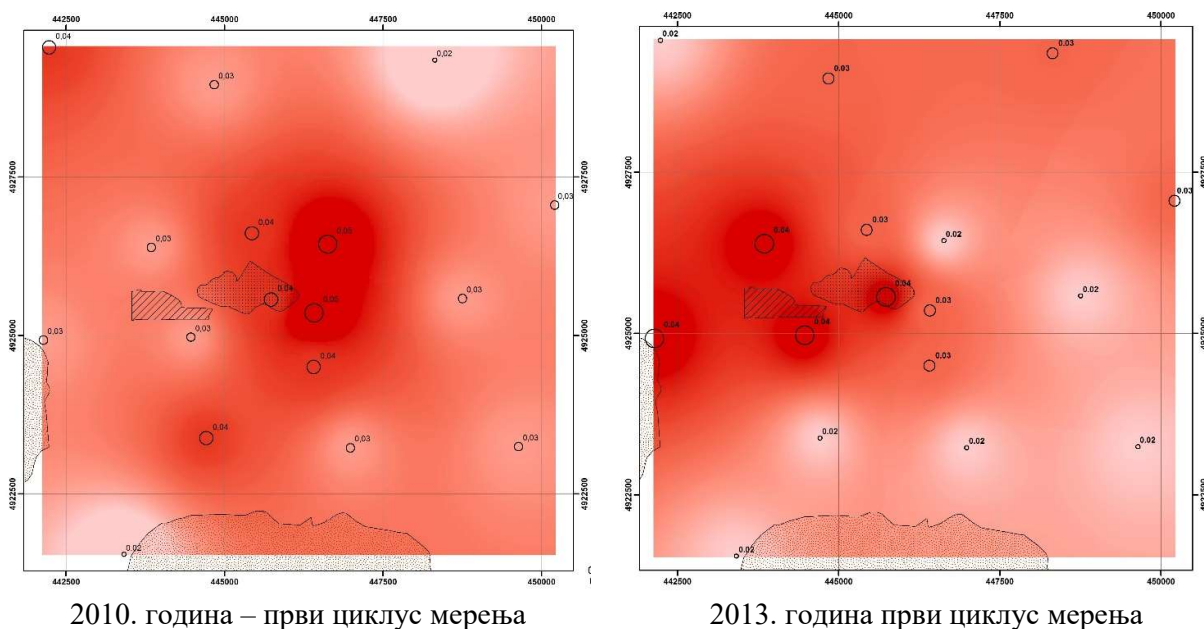


График 3. Концентрација живе током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

На основу презентованих података евидентно је да је утицај и присуство овог елемента у земљишту у околини ТЕ Колубаре знатно изнад максималних МДК (видети

табелу 12) прописаних националним законодавним актима па се у том погледу може рећи да се на овом подручју може ефикасно деловати и квалитетно спровести екоремедијациони план.

Интерполација добијених резултата и њихово ажурирање у ГИС информациони система ради што потпуније и прецизније расподеле и утицаја овог елемента на конкретном географском подручју илустрована је на слици 23.



Слика 23. Интерполација расподеле живе у земљишту у околини ТЕ Колубара

С обзиром на чињеницу да су једињења живе изузетно отровна за биљке и животиње, потребно је посветити нарочиту пажњу при деконтаминацији земљишта зараженог једињењима живе. Олакшавајуће околности су те што се у земљи ретко налази жива у тако високој концентрацији која би могла да утиче на фототоксичност биљака и зато што корен биљака углавном представља препреку већем накупљању живе у изданку. Испитивања која је спровео Беауфорд (1970) указују на то да је акумулација живе у корену око двадесет пута већа него у изданку и надземним деловима биљке. Дospelа концентрација овог метал у загађеним подручјима у биљкама обично се креће између 10 и 200 mg/g суве материје, док се у околини рудника живе концентрација креће од 500 до 3.500 mg/g. Житарице више него добро подnose земљишта у чијој структури има присутне живе. Жива се не преноси на плод житарица, или се преноси веома мало. Рецимо, у самом зрну пшенице концентрација је од 3 до 10 пута нижа у односу на сламу.

Арсен је такође тешки метал који се у веома малим количинама може наћи у земљишту. У већим количинама арсен у земљиште доспева углавном услед хемијског и индустријског загађења земљишта. У конкретном случају измерене количине овог елемента илустроване су подацима у наредној табели.

Табела 16. Укупна концентрација арсена у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локације узорковања	2010. године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
УЗ1 - Депонија ТЕ Колубара	22,91	1,46	18,22	18,01	7,75	8,31
УЗ2 - локални пут В.Црљани - Степојевац	24,20	2,08	23,48	24,11	23,05	23,08
УЗ3 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	11,52	1,91	20,47	20,10	19,17	24,01
УЗ4 - Околина депоније - СВЕРИСТОК	7,15	1,59	9,96	9,89	16,43	13,01
УЗ5 - Велики Црљани - Те Колубара	12,90	1,22	18,59	18,42	16,66	21,78
УЗ6 - Велики Црљани 1	7,73	1,57	7,99	7,86	18,85	21,60
УЗ7 - Велики Црљани 2	13,77	1,62	7,89	7,81	12,74	9,94
УЗ8 - Араповац	5,85	1,49	6,06	5,96	9,64	8,55
УЗ9 - Велики Црљани 3	7,68	1,63	7,13	7,08	14,20	21,82
УЗ10 - Вреоци	9,11	1,44	9,38	9,29	14,07	12,46
УЗ11 - Предео реке Колубаре	10,41	2,16	10,75	10,64	17,34	17,83
УЗ13 - Степојевац 1	8,10	1,63	8,95	8,90	9,92	15,76
УЗ14 - Степојевац 2	7,90	1,54	6,02	6,17	9,96	12,85
УЗ15 - Предео околине депоније - ИСТОК	12,79	1,54	16,95	16,89	19,12	21,41
УЗ16- Предео између В.Црљани и Бељине	6,70	1,91	7,08	6,95	10,91	16,96
УЗ17 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	6,71	1,54	7,26	7,01	12,69	11,22
УЗ18	5,51	1,56	8,45	6,40	8,86	13,85

У табели за МДК истакнуто је да је максимална дозвољена количина арсена 25 mg/kg у земљишту. Имајући то у виду као и добијене резултате мерења констатује се да су нарочито угрожена подручја у околини Депонија ТЕ Колубара, Локални пут В.Црљани - Степојевац, Велики Црљани - Те Колубара, Предео реке Колубаре, Предео околине депоније – ИСТОК. Графичка интерперација обављених мерења илустрована је на наредном графику.

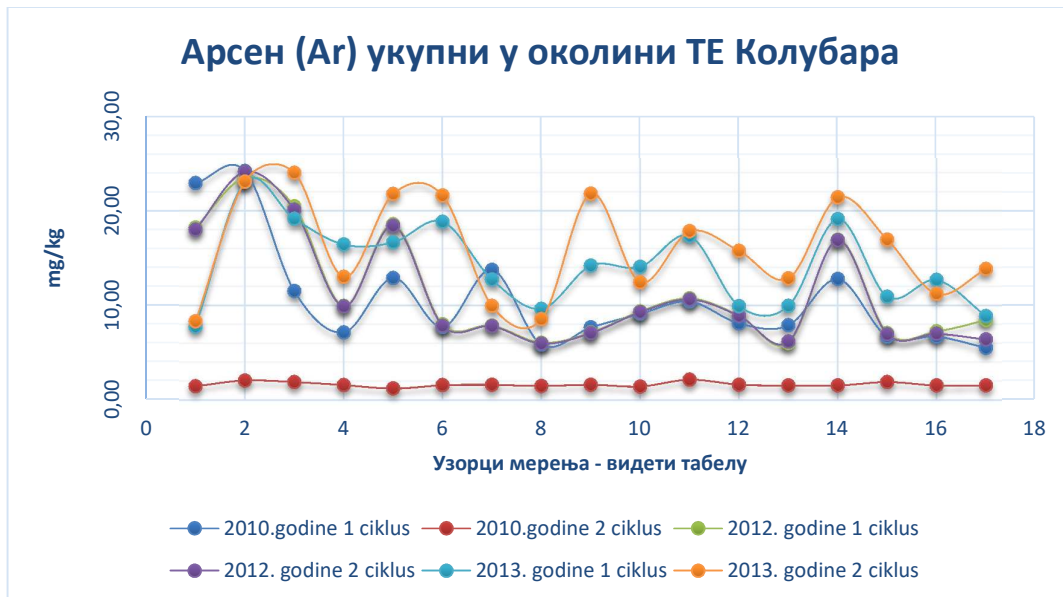
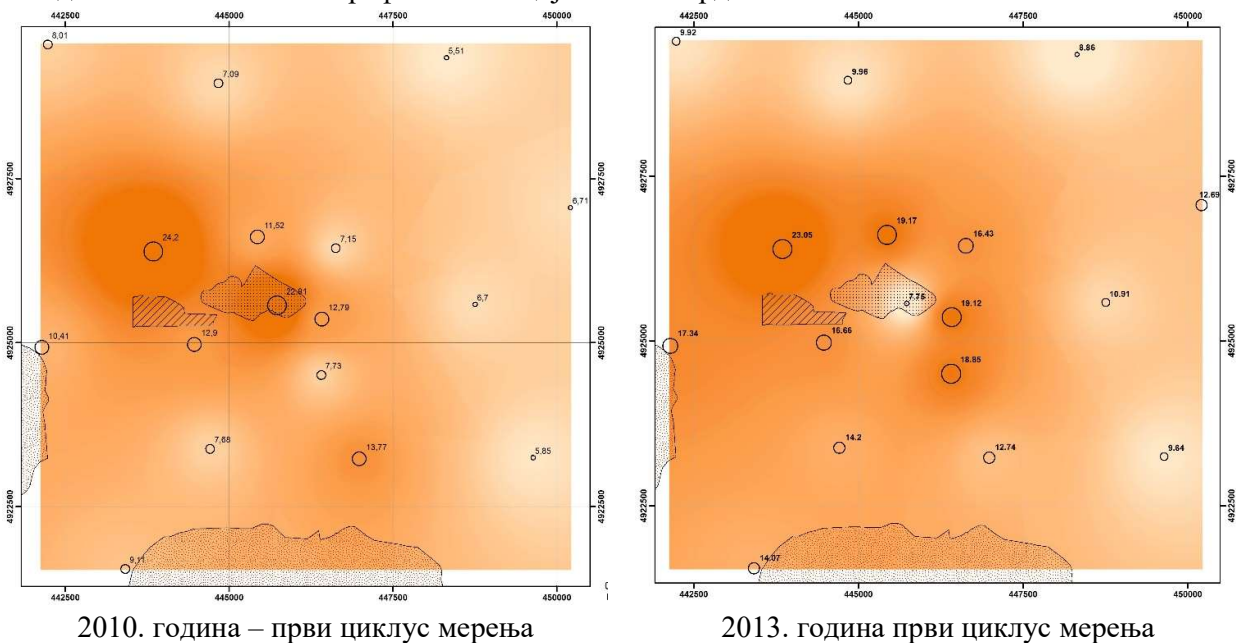


График 4. Концентрација арсена током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

Обрадом и расподелом добијених рачунских вредности и обављених експерименталних мерења по циклусима формирају се интерполиране ГИС карте са расподелом арсена на ширем подручју ТЕ Колубара. Илустрација расподеле дата је на наредној слици. Овде су илустративно приказани подаци првих циклуса мерења обављених 2010. и 2013. године. У ГИС бази податка налази се свих шест узороковања са детаљним описом географских локација и гео координатама.



2010. година – први циклус мерења

2013. година први циклус мерења

Слика 24. Интерполација расподеле арсена у земљишту у околини ТЕ Колубара

Још један од тешких метала који је присутан у земљишту и утиче на састав земљишта а у површинске слојеве земљишта углавном доспева услед антропогених фактора загађења јесте хром. Такође, треба имати у виду да порекло хрома у земљишту може потицати и од матичног супстрата на коме је земљиште формирано као геохемијског извора. Ипак у површинским слојевима земљишта порекло хрома потиче углавном из антропогених извора (енергетике, индустрије, топионица и рудника...). На ову чињеницу указују истраживања Антић-Младеновић (2004) о укупном садржају Ni и Ch геохемијског порекла у испитиваним земљиштима и њихове дистрибуције у хемијским фракцијама земљишта. Истраживања показују високу концентрацију ових материјала у оном делу чврсте фазе земљишта који је стабилан и биолошки инактиван. За разлику од геохемијског састава земљишта, хром из антропогених извора у највећем броју истраживања показује тенденцију акумулације у површинским слојевима земљишта и у облицима из којих је њихова растворљивост и приступачност за биљке већа. У оквиру овог истраживања дат је преглед и концентрација хрома као антропогеног извора загађења у околини ТЕ Колубара.

Табела 17. Укупна концентрација хрома у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локације узорковања	2010.године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
УЗ1 - Депонија ТЕ Колубара	23,81	34,48	32,37	28,37	25,58	22,87
УЗ2 - локални пут В.Црљани - Степојевац	45,60	40,95	32,81	36,98	39,26	39,27
УЗ3 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	32,69	33,62	33,89	32,76	33,30	32,26
УЗ4 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	22,12	20,83	34,33	34,18	19,77	29,82
УЗ5 - Велики Црљани - Те Колубара	24,23	17,46	22,31	22,05	32,81	29,82
УЗ6 - Велики Црљани 1	23,36	21,23	24,25	26,64	29,40	29,12
УЗ7 - Велики Црљани 2	33,45	32,71	30,66	26,29	18,44	14,21
УЗ8 - Араповац	21,32	23,16	19,31	17,77	24,09	17,07
УЗ9 - Велики Црљани 3	23,67	24,88	22,45	20,01	22,47	15,92
УЗ10 - Вреоци	23,72	16,72	15,49	18,67	26,64	17,92
УЗ11 - Предео реке Колубаре	61,08	50,40	53,15	56,38	75,32	72,83
УЗ13 - Степојевац 1	29,63	22,75	36,28	30,38	30,74	24,14
УЗ14 - Степојевац 2	25,33	24,08	25,21	19,47	26,42	19,90
УЗ15 - Предео околине депоније - ИСТОК	38,54	34,11	29,05	34,10	31,76	29,61
УЗ16- Предео између В.Црљани и Бељине	26,69	21,00	25,56	25,96	22,30	22,62
УЗ17 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	31,02	29,11	25,39	22,97	24,25	23,45
УЗ18	28,26	24,59	17,25	21,92	22,92	17,45

Упоредивањем података из претходне табеле у којој су дате вредности теренских и експерименталним мерењаса подацима из табеле 12. у којој су дати подаци о максимално дозвољеним вредностима и максималној концентрацији штетних материја примећује се да је предео око реке Колубаре најизраженији по концентрацији хрома и да је

концентрација у овом подручју од 60-65 mg/kg. Максимална дозвољена вредност хрома у земљишту је 100mg/kg.

Презентација података у графичком облику дата је на наредном графику.

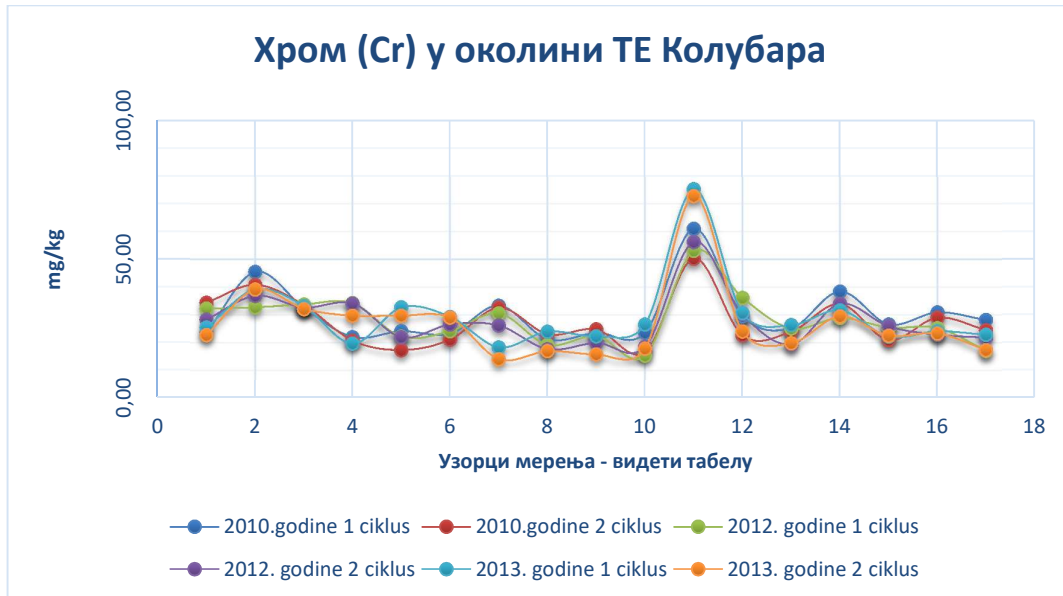
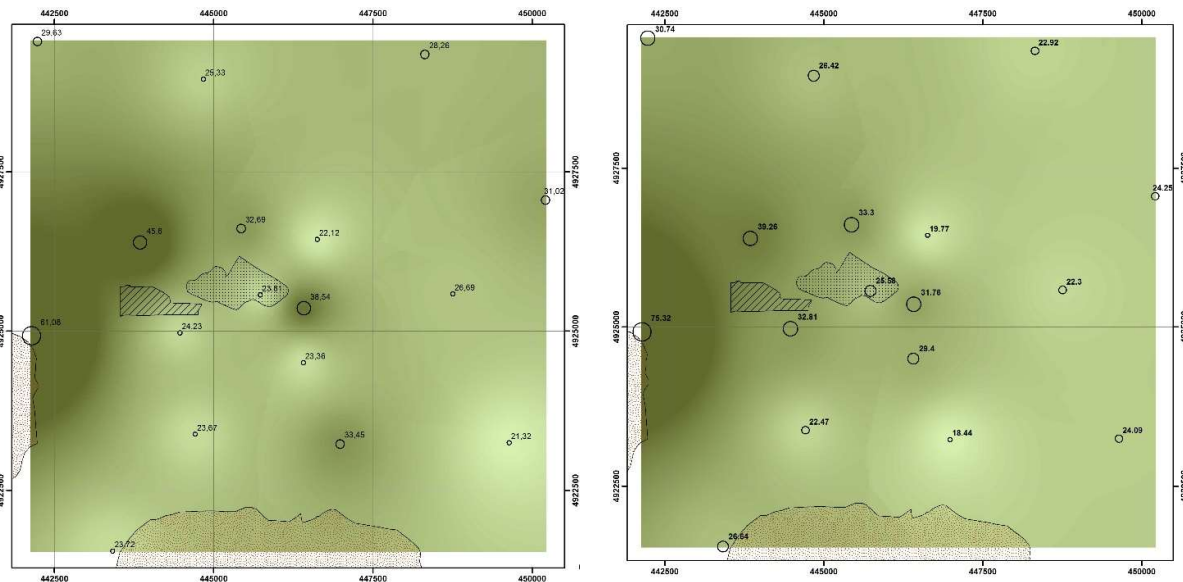


График 5. Концентрација хрома током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара



2010. година – први циклус мерења

2013. година први циклус мерења

Слика 25. Интерполација расподеле хрома у земљишту у околини ТЕ Колубара

Никал је метал веома добре покретљивости, па се самим тим може одређена концентрација овог елемента наћи већој количини усвим деловима биљака. Такође, висока количина никла доводи до хлорозе која се манифестује као хлороза иазазвана недостатком гвожђа. Концентрација овог метала негативно утиче и на усвајање гвожђа.

Николас и Томас су (1954) у експерименталним истраживањима утврдили су да никл негативно утиче на раст биљке парадајиза а концентрација изнад 15 минивала изазива хлорозу, нарочито код младих листова. Такође, концентрација смањује раст рода и житарица, и то: код зоби (овас) долази до некрозе, а код пшенице и кукуруза доводи до смањења раста.

Концентрација никла у земљишту у околини ТЕ Колубара дата је у оквиру следеће табеле.

Табела 18. Укупна концентрација никла у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локације узорковања	2010.године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	9,13	23,55	28,13	26,16	48,37	33,86
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	11,31	43,49	37,85	40,46	45,72	90,70
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	9,18	38,56	34,32	30,39	37,47	95,19
У34 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	3,11	25,26	28,65	32,82	33,53	32,70
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	5,40	22,82	18,52	24,82	34,68	27,25
У36 - Велики Црљани 1	5,09	33,02	29,62	34,37	37,01	24,26
У37 - Велики Црљани 2	9,13	29,06	26,05	26,29	32,03	29,71
У38 - Араповац	4,12	21,40	26,97	23,32	30,82	34,63
У39 - Велики Црљани 3	4,05	24,88	22,68	22,65	32,24	30,48
У310 - Вреоци	5,13	18,15	17,99	18,67	38,47	22,80
У311 - Предео реке Колубаре	8,31	45,44	45,08	49,58	48,89	30,59
У313 - Степојевац 1	8,43	24,40	23,58	24,72	44,63	29,51
У314 - Степојевац 2	6,12	20,64	22,33	20,32	35,81	39,85
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	7,21	36,97	36,16	39,56	36,26	27,54
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	5,89	19,73	27,47	30,11	33,93	23,65
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	9,31	31,54	33,54	38,64	43,51	32,38
У318	4,17	17,57	18,61	20,54	31,88	30,13

Графичка интерпретација резултата мерења укупне концентрације никла у земљишту у околини ТЕ Колубара дата је на наредном графику.

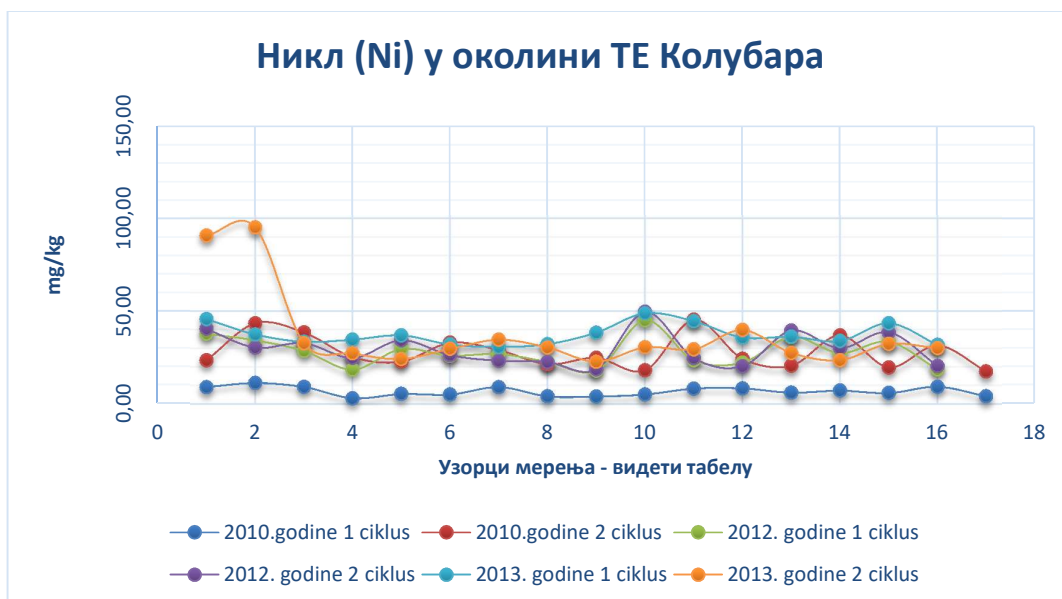
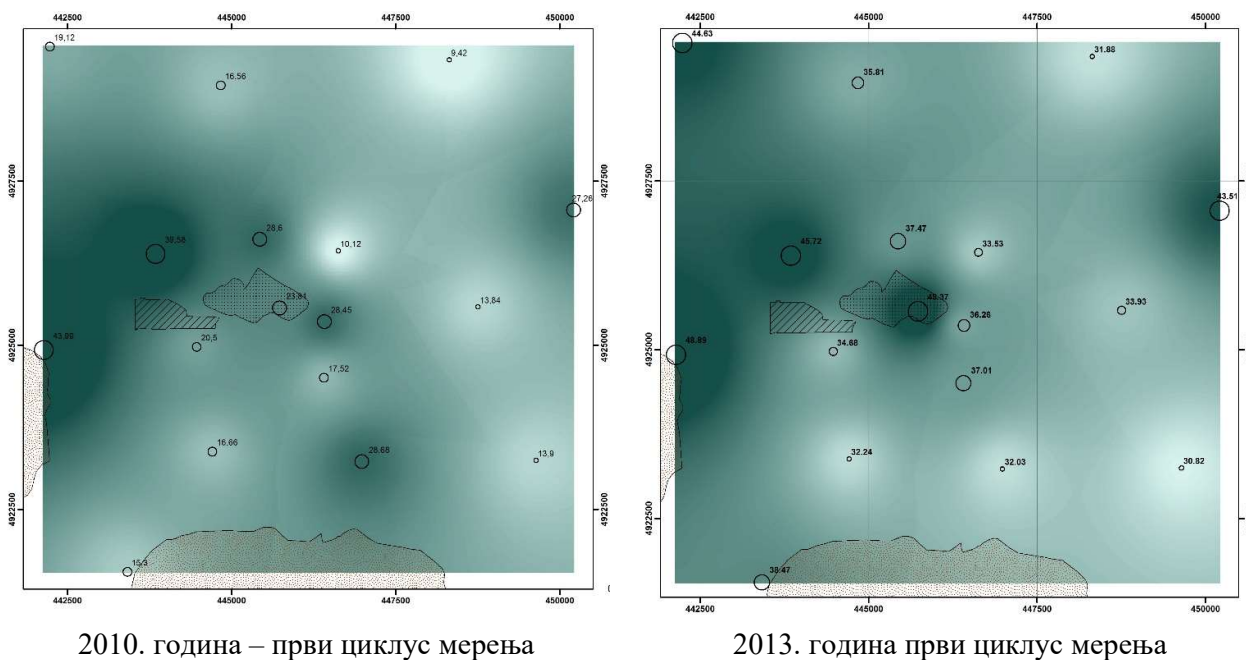


График 6. Концентрација никла током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

Интерполација података концентрације никла у земљишту а према географским локацијама уврштених у ГИС просторни распоред за ТЕ Колубара илустрована је на наредној слици.



Слика 26. Интерполација расподеле никла у земљишту у околини ТЕ Колубара

Бакар је још један елемент који се може наћи у већој концентрацији у земљишту у близи термоелектрана, депонија пепела и шљаке као и у околини површинских копова. Слично као и остали тешки метали и бакар утиче на деградацију земљишта чиме

неповољно утиче на биљни и животињски свет. Различита концентрација овог метала у биљкама различито се третира. На пример, у нормалним условима присуство бакра биљкама је реда 5 – 30 mg/kg суве материје. Ако је удео бакра у сувој материји испод 4 mg/kg, реч је о недовољној обезбеђености биљке бавром, док у случају концентрације бакра између 30 и 100 mg/kg суве материје реч је о превеликој концентрацији овог елемента у биљци.

Осетљивост биљних врста на недостатак бакра је различита. У најосетљивије биљке на недостатак бакра убрајају се: пшеница, јечам, овас, луцерка, дуван, спанаћ. Токсично дејство бакар има у ситуацији када је концентрација овог елемента у земљишту од 25 до 40 mg/kg, а рН вредност земљишта испод 5,5. Спроведена истраживања потврдила су да је највећа концентрација бакра у киселим земљиштима. С друге стране, бакар се може посматрати као племенити материјал и еколошки елемент. Као еколошки елемент битан је како за развој и раст биљака, тако и за нормално функционисање животиња. Ипак, веома је важно имати у виду и чињеницу његове токсичности уколико се концентрација овог елемента повећа изнад дозвољених граница.

Табела 19. Укупна концентрација бакра у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локација узорковања	2010. године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
УЗ1 - Депонија ТЕ Колубара	29,76	30,85	24,58	23,14	90,75	77,72
УЗ2 - локални пут В.Црљани - Степојевац	33,56	26,76	33,30	27,84	35,52	34,14
УЗ3 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	9,31	11,80	26,04	25,20	31,55	25,81
УЗ4 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	18,72	17,14	22,07	17,09	29,23	29,90
УЗ5 - Велики Црљани - Те Колубара	20,50	15,41	24,54	22,05	27,84	19,95
УЗ6 - Велики Црљани 1	20,44	17,30	19,77	19,73	26,72	25,48
УЗ7 - Велики Црљани 2	26,76	36,34	18,34	17,64	20,38	14,21
УЗ8 - Араповац	16,69	12,34	15,46	15,54	19,27	15,85
УЗ9 - Велики Црљани 3	18,21	15,31	15,30	16,85	20,52	25,48
УЗ10 - Вреоци	19,12	16,72	20,49	21,34	19,73	19,20
УЗ11 - Предео реке Колубаре	26,72	23,26	20,83	25,87	30,72	24,47
УЗ13 - Степојевац 1	18,16	13,85	15,84	18,81	16,86	21,46
УЗ14 - Степојевац 2	17,54	14,91	16,63	15,24	21,71	23,26
УЗ15 - Предео околине депоније - ИСТОК	29,36	22,50	27,76	24,55	31,76	24,12
УЗ16- Предео између В.Црљани и Бељине	16,80	14,37	17,75	22,84	23,27	17,48
УЗ17 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	24,44	17,44	21,41	28,20	26,76	23,50
УЗ18	12,55	16,22	19,77	16,15	21,92	20,13

Графичка интерпретација добијених резултата мерења за концентрацију бакра у земљишту у околини ТЕ Колубара илустрована је на графику који следи.

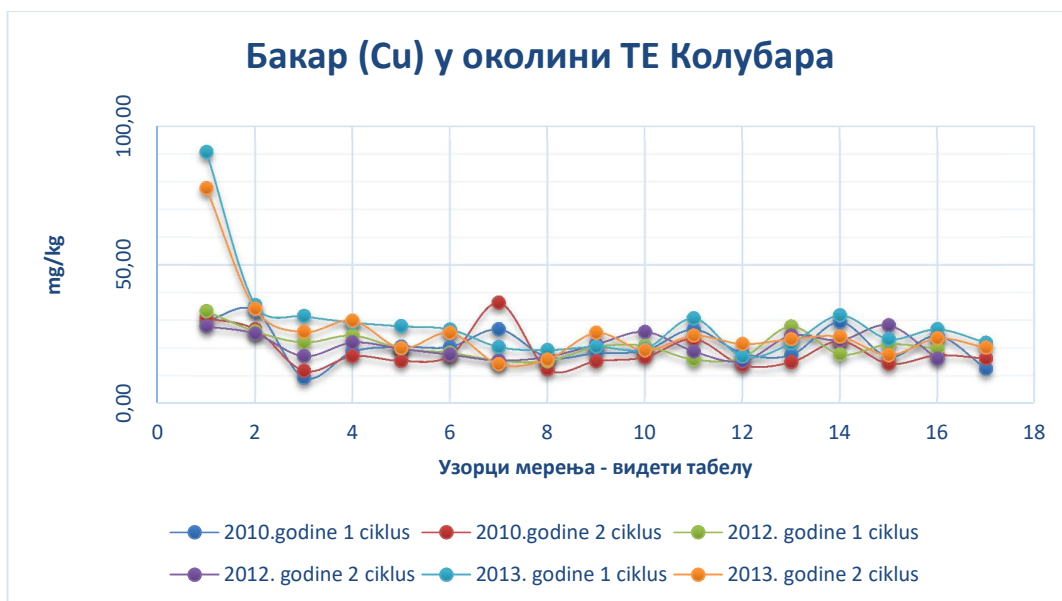
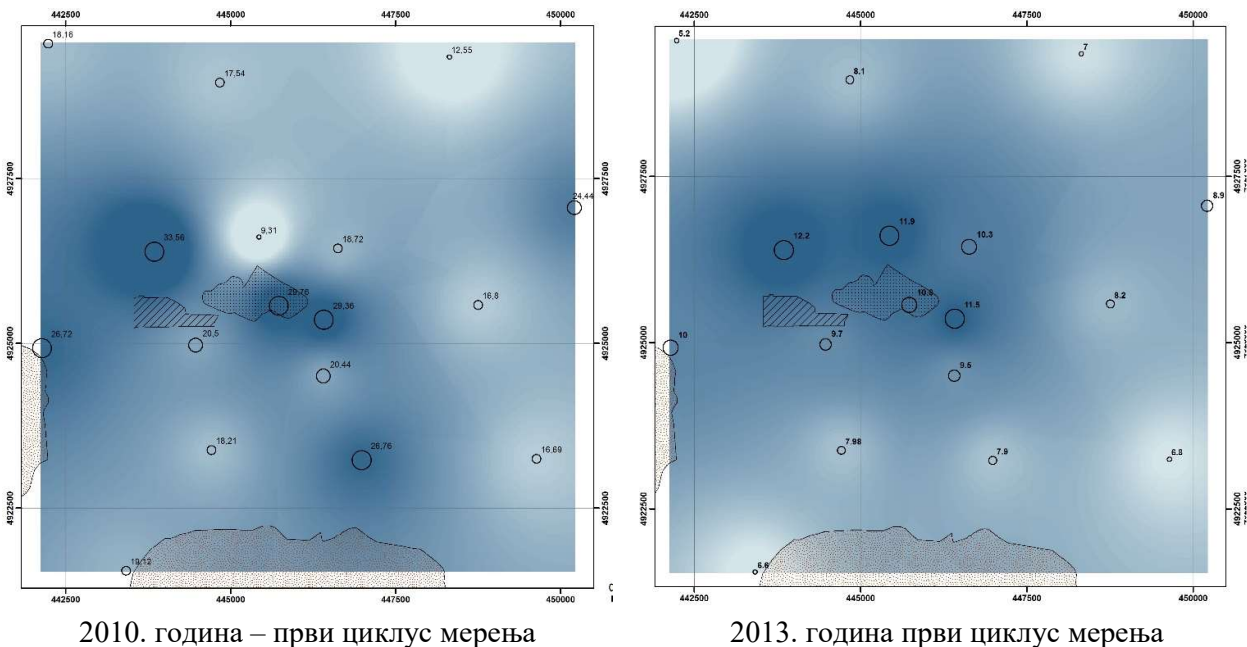


График 7. Концентрација бакра током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара



Слика 27. Интерполација расподеле бакра у земљишту у околини ТЕ Колубари

Концентрација гвожђа у земљишту у близини ТЕ Колубаре измерена током спроведених теренских истраживања дата је у наредној табели. На основу испитиваног узорка може се рећи да је пораст овог метала у земљишту нарочито изражена у околини депоније пепела и шљаке, као и уз предео околине депоније – ИСТОК и предео између В.Црљана и Бељине. Нађене количине овог метала су незатне и далеко испод МДК

прописане домаћим прописима и стандардима за ремедијацију истог. Извесне количине гвожђа у земљи погодују биљкама, нарочито на теренима која по својој рН вредности не спадају у кисела. Уколико се ради о киселим земљиштима, присуство гвожђа у великој мери може токсично деловати на раст и развој биљака.

Табела 20. Укупна концентрација гвожђа у земљишту у околини ТЕ Колубаре

Локације узорковања	2010.године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	1,28	1,46	1,46	1,44	1,87	1,57
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	1,93	2,08	2,38	2,34	2,00	2,16
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	1,85	1,91	2,19	2,14	2,50	2,47
У34 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	1,61	1,59	1,44	1,41	2,11	1,98
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	1,49	1,22	1,64	1,62	1,95	2,14
У36 - Велики Црљани 1	1,63	1,57	1,72	1,68	2,15	2,40
У37 - Велики Црљани 2	1,49	1,62	1,66	1,63	1,89	2,08
У38 - Араповац	1,27	1,49	1,60	1,59	1,88	2,02
У39 - Велики Црљани 3	1,50	1,63	1,67	1,65	1,91	1,86
У310 - Вреоци	1,31	1,44	1,41	1,39	1,86	1,95
У311 - Предео реке Колубаре	2,22	2,16	2,24	2,23	2,72	2,80
У313 - Степојевац 1	1,52	1,63	1,62	1,60	2,07	2,27
У314 - Степојевац 2	1,60	1,54	1,70	1,68	2,16	1,96
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	2,08	1,54	2,10	2,09	2,42	2,24
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	2,02	1,91	2,13	2,14	2,39	2,37
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	1,85	1,54	1,93	1,90	2,10	2,32
У318	2,05	1,56	1,98	1,99	2,00	2,16

Графичка интерпретација резултата остварених мерењем дата је графички на наредном графику.

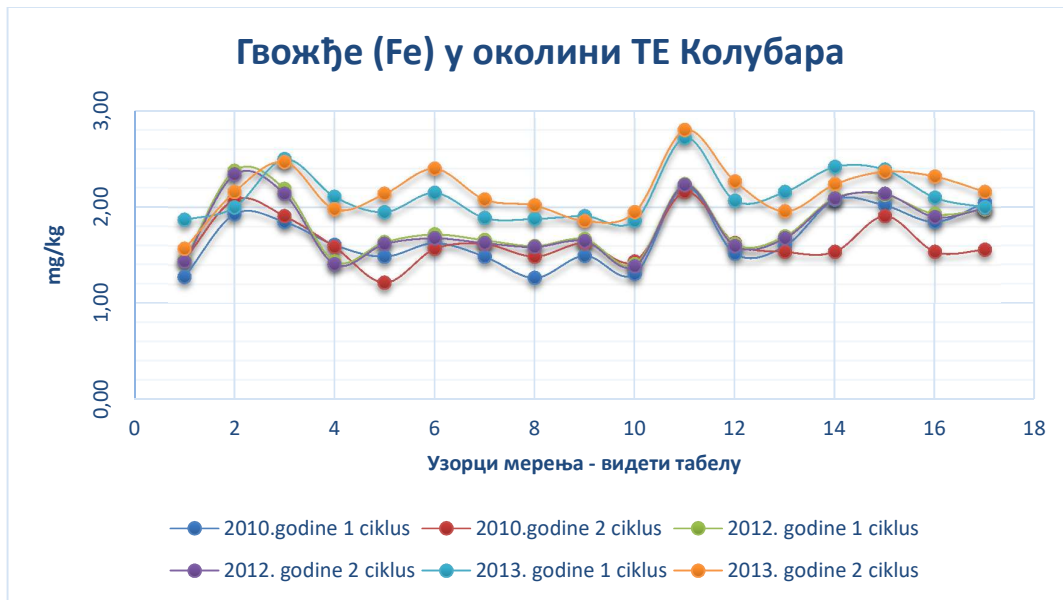
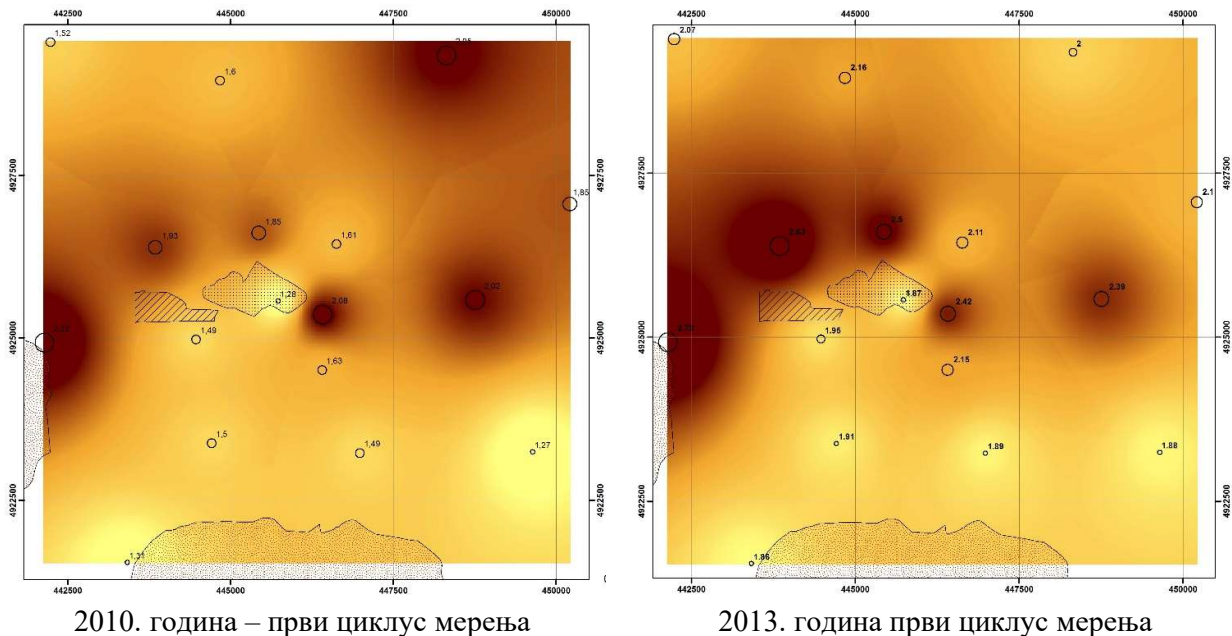


График 8. Концентрација гвожђа током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

Илустровани подаци указују на чињеницу да је концентрација овог метала релативно мала и да са временом опада у укуној концентрацији састава земљишта. Интерполација резултата дата је на наредној слици. Ови подаци уврштени су у ГИС информациони систем *brownfield* локација ЕПС-а и могућности њихове ремедијације .



Слика 28. Интерполација расподеле гвожђа у земљишту у околини ТЕ Колубара

Лош један елемента чије је присуство евидентно на локацији ТЕ Колубара и утиче на састав земљишта је бор. Концентрација бора у биљкама већа је него у земљишту.

Учешће бора у сувој материји биљака у нормалним условима је између 2 и 70 mg/kg. Дакле, мала концентрација овог елемента значајна је за раст и развој биљака. Уколико се појави недостатак бора у биљкама тада долази до физиолошких и морфолошких промена на биљкама. Такође, и превелика концентрација бора изазива исте поремећаје. Биљке различито реагују на превисоке или прениске концентрације бора. Врло осетљиве биљке на високе концентрације бора су: смоква, бреска, винова лоза и др. У средње толерантне биљке убрајају се: кукуруз, лук, дуван и кромпир, шаргарепа, парадајз, а најтолерантније су шећерна репа и памук.

Житарице садрже веома мале и ниске концентрације бора, а токсично дејство овог елемента испољава се при учешћу бора од 100 до 1.000 mg/kg суве материје.

Концентрација овог елемента у земљишту у околини ТЕ Колубаре измерена је током истраживања дата је у наредној табели.

Табела 21. Укупна концентрација бора у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локација узорковања	2010. године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	62,50	61,21	58,89	58,78	57,61	57,18
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	55,93	53,47	48,75	48,35	46,56	47,19
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	38,82	36,89	36,85	36,28	35,71	35,26
У34 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	37,44	38,87	39,05	38,91	37,42	37,91
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	28,89	32,87	30,95	30,75	31,36	32,72
У36 - Велики Црљани 1	39,22	38,87	37,44	37,11	36,87	36,41
У37 - Велики Црљани 2	42,76	40,45	38,30	38,12	36,74	36,12
У38 - Араповац	28,44	27,21	26,99	26,81	30,21	29,76
У39 - Велики Црљани 3	33,66	34,45	32,48	32,10	31,12	31,80
У310 - Вреоци	33,94	31,87	29,66	29,16	27,75	27,20
У311 - Предео реке Колубаре	63,51	60,21	57,48	57,27	55,76	55,21
У313 - Степојевац 1	49,47	47,58	46,89	46,52	45,63	45,18
У314 - Степојевац 2	60,87	58,78	54,28	53,85	52,49	51,90
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	68,86	67,56	59,74	58,88	58,13	57,73
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	57,36	55,42	52,89	51,87	53,31	52,76
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	79,89	73,54	87,25	86,99	62,18	61,78
У318	66,79	73,54	60,32	59,97	57,32	57,06

Дате концентрације знатно су мање у односу на граничне вредности прописане националним правилницима о МДК количинама у земљишту. На датим географским подручјима уз одговарајуће агротехничке мере биће могуће извршити квалитетну ремедијацију по завршетку експлоатације угља из површинских копова или при затварању ТЕ Колубара. Графичка интерперетација укупних количина бора измерених током теренских истраживања илустрована је на наредном графику.

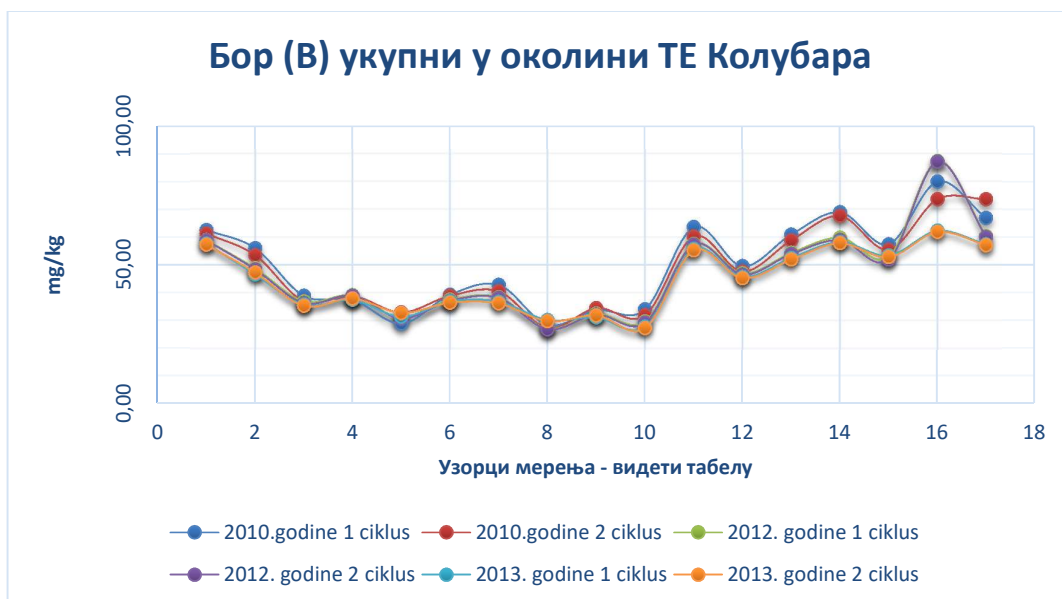
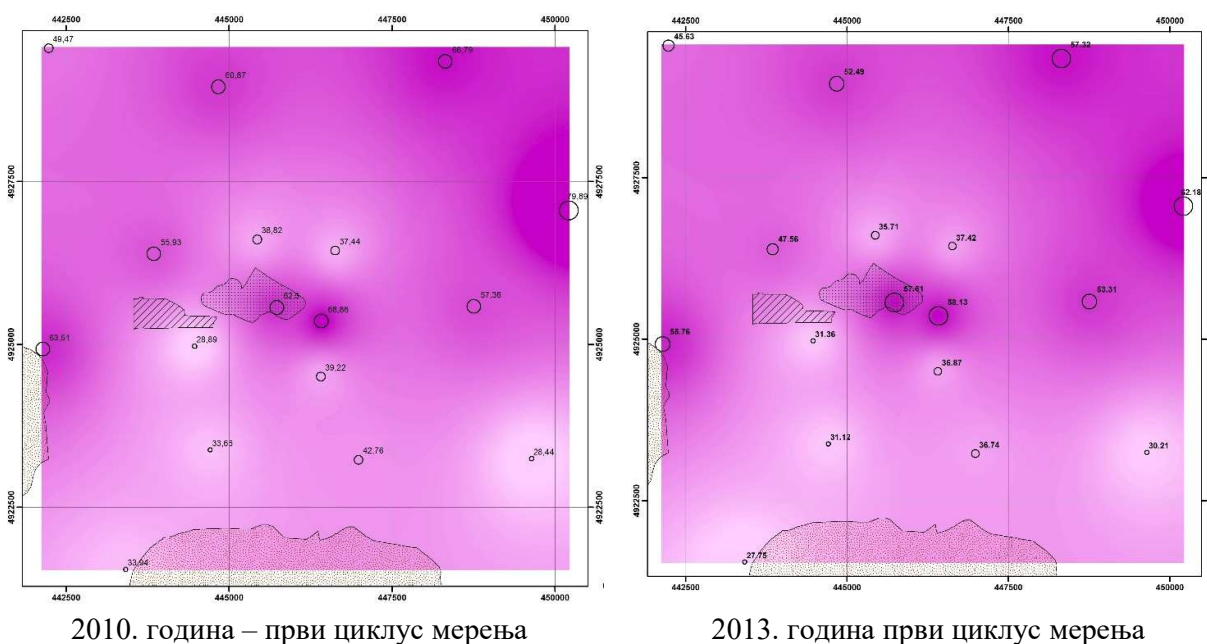


График 9. Концентрација бора током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара



Слика 29. Интерполација расподеле бора у земљишту у околини ТЕ Колубара

Угљеник као елемент широко је распрострањен у природи, а број познатих једињења угљеника је око 10 пута већи од познатих једињења свих осталих елемената. Убраја се у биогене елементе и у људском телу је други по заступљености, са 18%. Деградација земљишта се може појавити као последица деловања природних фактора али је јако изражена деловањем човека. У конкретном случају мерена концентрација угљеника у околини ТЕ Колубара илустрована је наредном табелом и одговарајућим графичким приказом.

Табела 22. Укупна концентрација угљеника у земљишту у околини ТЕ Колубара

Локација узорковања	2010.године		2012. године		2013. године	
	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус	1 циклус	2 циклус
У31 - Депонија ТЕ Колубара	1,28	1,35	1,33	1,30	1,01	1,21
У32 - локални пут В.Црљани - Степојевац	1,94	1,80	1,79	1,71	1,26	1,39
У33 - Околина депоније уз насип-СЕВЕР	2,39	2,26	2,42	2,38	1,81	1,92
У34 - Околина депоније - СВЕРОИСТОК	1,44	1,37	1,46	1,41	1,83	1,94
У35 - Велики Црљани - Те Колубара	1,83	1,68	1,71	1,75	1,71	1,64
У36 - Велики Црљани 1	2,52	2,26	2,34	2,28	2,93	2,91
У37 - Велики Црљани 2	1,30	1,20	1,30	1,28	1,79	1,65
У38 - Араповац	1,51	1,48	1,54	1,57	1,56	1,89
У39 - Велики Црљани 3	1,38	1,31	1,27	1,24	2,64	2,48
У310 - Вреоци	1,51	1,44	1,51	1,59	1,62	1,59
У311 - Предео реке Колубаре	2,39	2,24	2,47	2,51	1,43	2,29
У313 - Степојевац 1	2,09	1,81	1,94	1,89	1,98	2,76
У314 - Степојевац 2	1,33	1,42	1,31	1,28	2,17	1,91
У315 - Предео околине депоније - ИСТОК	2,74	2,46	2,59	2,61	2,40	2,72
У316- Предео између В.Црљани и Бељине	1,65	1,61	1,76	1,72	1,29	1,97
У317 - В.Црљани -Бељина -Арнајево	1,64	1,59	1,52	1,56	1,23	1,57
У318	1,64	1,58	1,61	1,70	1,41	1,67

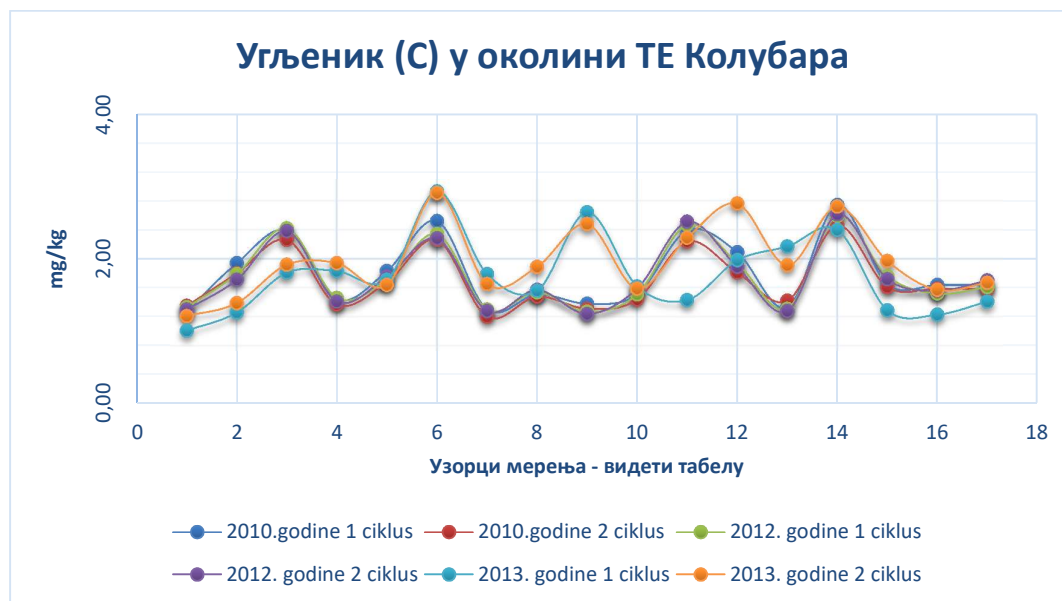
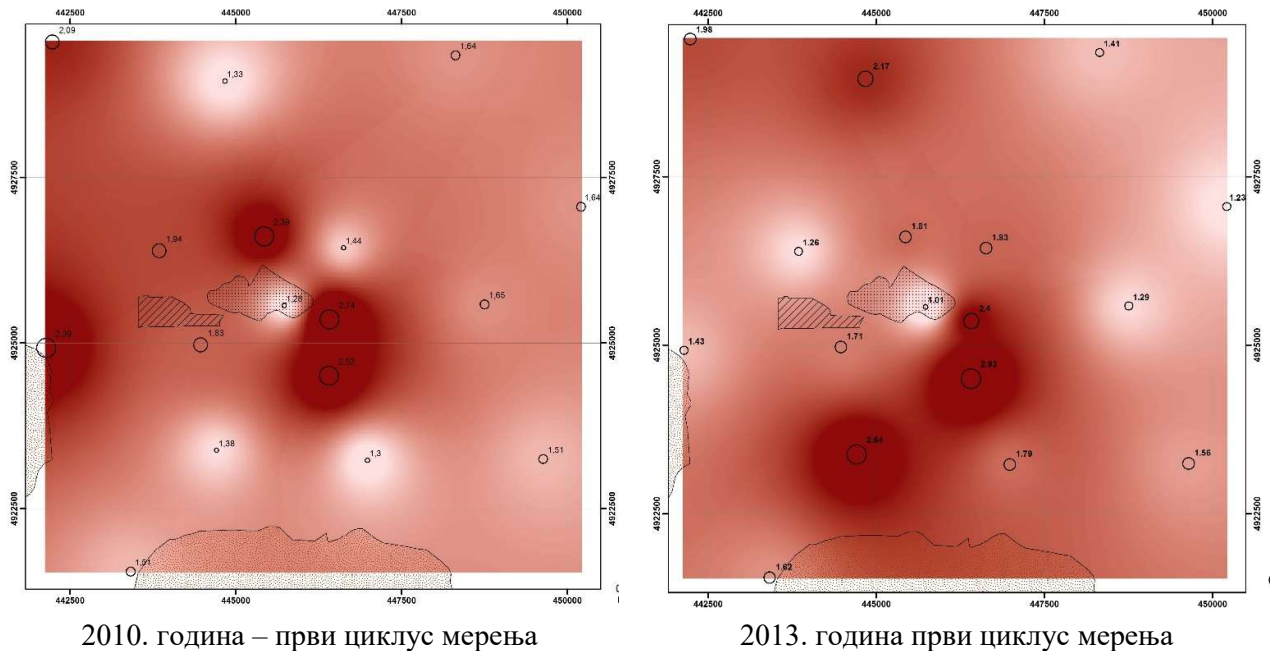


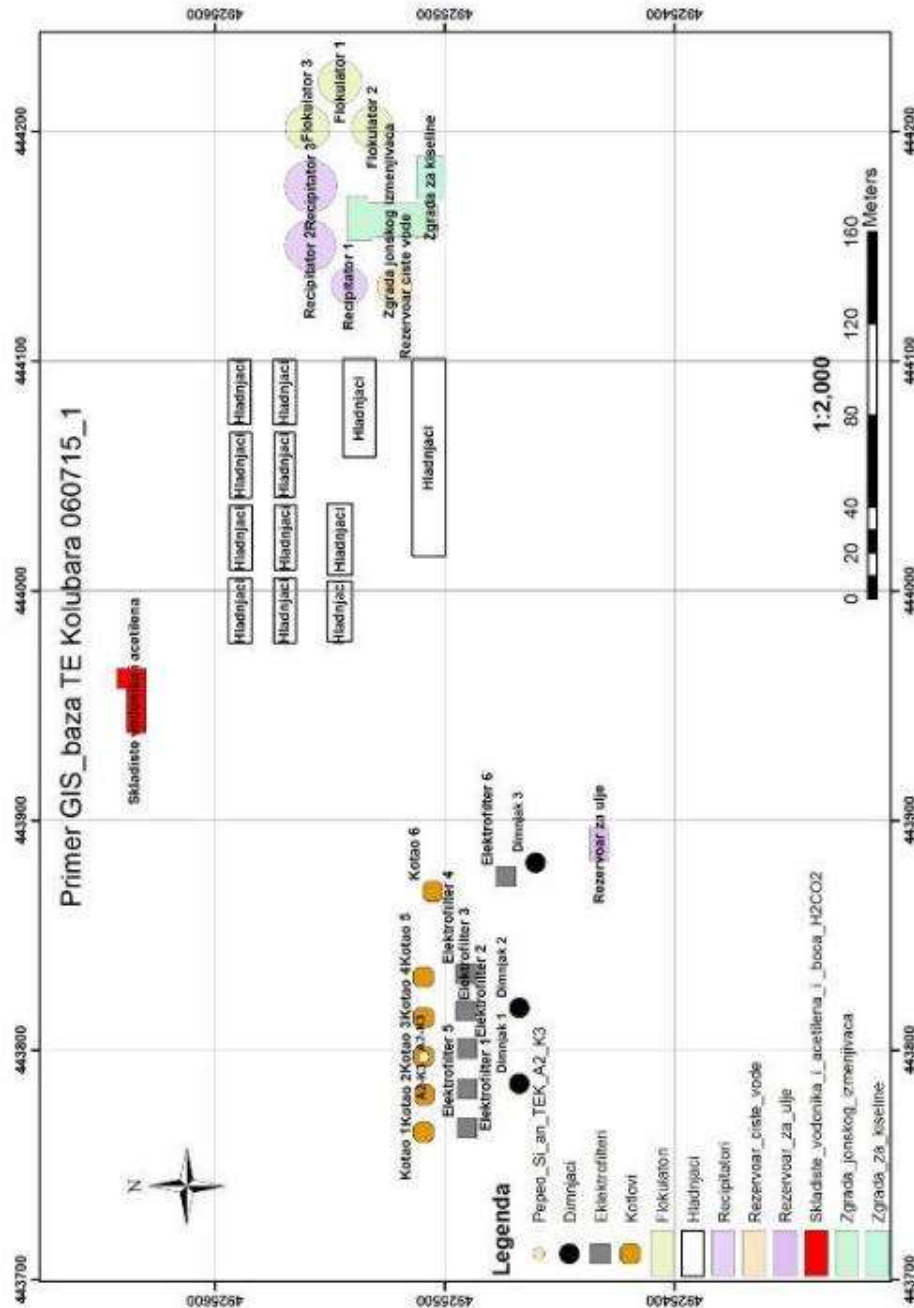
График 10. Концентрација угљеника током спроведених мерења у земљишту у околини ТЕ Колубара

На основу графичког приказа и спроведених мерења извршена је интерполација резултата и иста уврштена у ГИС базу података. Према датим резултатима евидентно је да је највећа концентрација угљеника на подручју локација Велики Црљани 1, Велики Црљани 3, Предео реке Колубаре.



Слика 30. Интерполација расподеле угљеника у земљишту у околини ТЕ Колубара

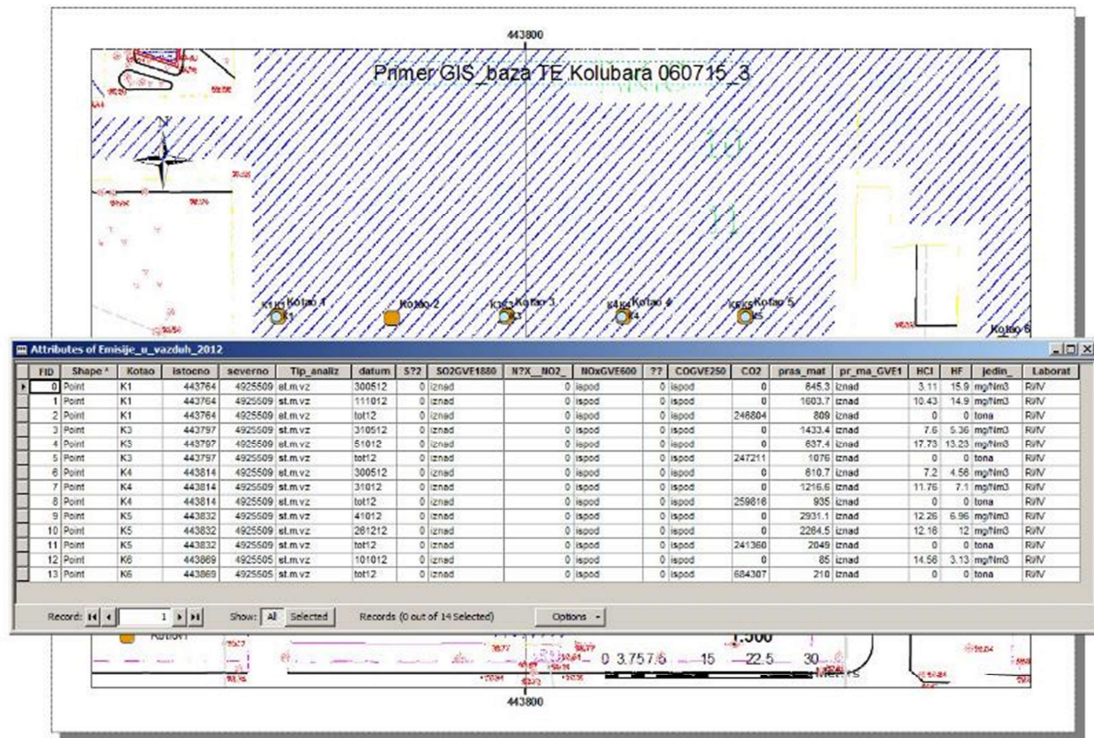
Подаци о испитиваним концентрацијама елемената и опасних материја у земљишту насталих антропогеним факторима и деловањем индустријског постројња учитавају се у ГИС информациони систем са прецизним и детаљним распоредом атрибута. Пример изгледа једног радног листа или „work space“ у информационом систему и почетка дигитализације загађивача ТЕ Колубара илустрован је на наредној слици.



Слика 31. Изглед „work space“ почетка дигитализације загађивача ТЕ Колубара

Као што је већ речено сваки испитивани елемент узет са локације узорковања садржи прецизан низ атрибута којим се на јединствен начин описује тачна географска локација и састав земљишта на тој локацији. Овако широк алат омогућује да се квалитетно спроведе ремедијациони план активности на конкретном локалитету на један објективан квалитетан и веома успешан начин.

На наредној слици илустрован је приказ табеле атрибута у ГИС-у, примера мерења емисија штетних материја за 2012 годину.



Слика 32. Приказ табеле атрибута у ГИС-у, примера мерења емисија штетних материја

За потребе израде ГИС информационог система *brownfield* локација ЈП ЕПС-а формирано је слично истраживање и обрада података и у другим термоелектранама. Акцент је стављен на испитивање концентрације, садржаја и количине опасних и загађујућих материја у земљишту, води и ваздуху у околини депонија пепела и шљаке у термоелектранама Никола Тесла А и Б, Костолцу, Морави и Панонским ТО-ТЕ. У наредној табели дат је упоредни приказ концентрације штетним материја у земљи и њихове вредности на одређеним депонијама пепела и шљаке.

Табела 23. Концентрација и садржај опасних и штетних материја у земљишту у околини депонија пепела највећих ТЕ у 2010. години

Концентрација и садржај опасних и штетних материја у земљишту у околини депонија пепела у 2010. години							
Садржај опасних и штетних материја (mg/kg)	МДК	ГВ	РВ	ТЕНТ А	ТЕНТ Б	ТЕ Колубара	ТЕ Морава
	mg/kg						
Хром (Cr)	100	100	380	17 - 49	.7 - 39	17 - 61	12 -56
Никл (Ni)	50	35	210	51- 112	.6 - 67	.9 - 44	16 - 98
Олово (Pb)	100	85	530	.8 - 32	.4 - 36	.11 - 98	17 - 98
Бакар(Cu)	100	36	190	13 - 44	.12 - 33	знатно је нижи од МДК	.10 - 98
Цинк (Zn)	300	140	720	28 - 242	75 - 142	26 - 134	35 - 122
Кадмијум (Cd)	3	0,8	12	0,13 - 0,78	0,10 - 0,72	0,20 - 0,64	0,0 - 0,09
Жива (Hg)	2	0,3	10	зона 1: 0,06 зона 2: 0,05 зона 3: 0,04	зона 1,2 и 3: 0,03	зона 1,2 и 3: 0,03	0,1 зона 1: 0,04 зона 2,3: 0,03
Арсен (As)	25	29	55	21	18	око 24	0,03 - 0,13
Укупно гвожђе (Fe)				зона 1,2 и 3: 1,94% контр. зона: 1,90%	зона 1: 1,72% зона 2: 1,17% зона 3: 1,48% контр. зона: 1,90%	зона 1: 1,71% зона 2: 1,77% зона 3: 1,56% контр.зона: 1,75%	зона 1: 1,72% зона 2: 1,17% зона 3: 1,48% контр. зона: 1,60%
Укупни бор (B)	50			30 - 63 зона 1: 53 зона 2: 52 зона 3: 46 контр. зона: 39	34 - 48 зона 1,2 и 3: 39 - 41 контр. зона: 40	27 - 80 зона 1,2 и 3: 45 - 51 контр. зона: 62	17 - 49 зона 1:3 - 39 зона 2: 26 зона 3: 33 контр. зона: 31
Пристапачни бор (B)	Граница токсичности (према Касторију) 5			зона 1: 0,95 зона 2: 1,08 зона 3: 1,24 контр. зона: 1,69	zона 1: 1,39 zона 2: 1,45 zона 3: 0,96 kontr. zona: 0,59 - 1,21	zона 1: 1,23 zона 2: 1,59 zона 3: 1,97 kontr. zona: 1,87 - 2,07	zона 1: 1,09 zона 2: 0,53 zона 3: 0,38 kontr. zona: 1,63
				Пристапачни бор у земљишту је мањи од границе токсичности бора прописан за земљиште (према Касторију)			

При чему је: МДК – максимални дозвољени коефицијент; ГВ – гранична вредност; РМ – Ремедијациона вредност

На основу датих података и показатеља о присуству одређених загађујућих материја у земљишту у непосредној близини депонија пепела и шљаке евидентно је да се слична или иста ЕРМ решења процеса ремедијације и регенерације девастираних површина могу применити на више различитих локација.

У наредним целинама овог поглавља анализира се и утицај присуства концентрације штетних материја у подземним водама у непосредној близини ТЕ и објеката који се налазе у склопу термоелектрана. Испитује се квалитет подземних вода и утицај штетних материја које кроз земљу и подземне водотокове доспевају до речних корита.

5.3.2. Истраживање квалитета воде у околини ТЕ Колубара

Питање које савремено друштво хитно мора решити јесте очување квалитета и минимизација загађења пијаћих и изворских вода. Развој индустрије, савремени технолошки токови производње и процеса, хемијска индустрија, саобраћај, комунална инфраструктура и друге тековине савременог друштва непрестано доводе до загађења вода. Заштита и обезбеђење чисте воде данас свугде у свету представља најкомплекснији глобални еколошки задатак, јер свако загађење које доспе у животну средину доспе и до река, језера, мора као и подземних вода. Загађено земљиште тешким металима и другим загађивачима спирају кише и носе у водотокове река, или преко подземних вода доспевају до водотока река. Зато се може рећи да су воде готово увек у опасности од загађења. Већи проценат загађења вода евидентан је у урбаним срединама, као и у местима у којима је развијена индустрија.

У оквиру ове тематске целине рада испитује се емисија и присуство штетних материја које се са депоније пепела и шљаке термоелектрана сливају у водотокове оближњих река.

У процесу производње електричне енергије која се добија из ТЕ постројења долази до нус продуката и отпадних материја које доспевају у земљиште, ваздух и воду. Већ је у претходној тематској целини рада истражен утицај загађења земљишта емисијом различитих честица и тешких метала са површина у околини термоелектрана и површинских копова угља. Поред емисије штетних материја које доспевају у земљиште, исте могу доспети и у воду на различите начине. Контаминација површинских и подземних вода загађивачима који се испуштају из термоелектрана настаје као последица емисије врелих отпадних вода из самих кондензатора. У кондензаторима термоенергетских блокова се хлади прегрејана водена пара која се после системом водова испушта у оближње реке. Ове воде могу имази знатне примесе штетних продуката. Такође, од термоелектрана у водоток могу доспети и штетне материје из честица пепела, шљаке и угља које се са површине земље спирају под утицајем атмосферских падавина. Ове честице врло брзо доспевају у водотокове и знатно мењају својства и хемијски састав воде.

Квалитет терена, као и подземних вода у околини депонија пепела и шљаке могу бити загађење разлиитим изворима и врстама загађивача. У првом реду ту се убрајају:“

- » хемијски загађивачи (киселине, алкалије, пестициди, детерџенти, соли, феноли и др.);
- » биолошки загађивачи (бактерије, алге, фекалије, вируси и др.), и

» физички загађивачи (топлота, боја, радиоактивност, суспендоване чврсте материје, муљ и сл.).⁸⁶

У оквиру ТЕ постројења све површинске воде се кроз различите врсте колектора и пречишћивача где се обавља деконтаминација и пречишћавање отпадних вода пре испуштања у водотокове река. Свакако треба укључити и значајне количине отпадних вода које се користе приликом редовних или повремених испирања термоенергетског постројења и/или пражњења појединих уређаја термоелектране.

„Загађењу површинских вода треба посветити одговарајућу пажњу, јер може да дође до посредног загађења изворишта вода у подручју низводно од локације термоелектране. Воде из термоелектране углавном су загађене сулфатима, бикарбонатаима и другим неорганским и органским материја које потичу од угља, пепела и шаке у процесу рада термоелектране а под утицајем атмосферских вода.“⁸⁷



Слика 33. Илустрација загађења вода са депонијом пепела и шљаке

(Преузето са: http://www.bionet-skola.com/w/Zaga%C4%91enje_i_z%C5%A1tita_vazduha)

У процесу рада ТЕ штетне материје се емитују преко ваздуха, земљишта и воде. Другим речима, штетне материје у подземне воде из ТЕ доспевају тако што кише и мокро одлагање пепела и шљаке спирају штетне материје са депонија и из ваздуха и делимично односе у површинске воде а делимично продиру кроз земљу и загађују подземне воде. Мерења утицаја на подземне воде су неопходне имајући у виду да се процесом експлоатације руда као минералних сировина угрожава земљиште, вода и ваздух.

Да би се то спречило и svelo на минимум веома је важно разумети околности под којима деградација и контаминација површина настају током припремних фаза експлоатације руда са површинских копова. У првом реду, потребно је обезбрдити одговарајући простор за складиштење површинске отквивке и јаловине. Зато је неопходно обавити припремне радове како не би дошло до ерозије земљишта и како површински слој земље не би доспео у водотокове. Опрезности треба посветити још већу пажњу јер се готово по неписаном правилу сви рудници налазе у близини сливова река. На основу сакупљених података од стране различитих извора долази се до бројке да више од 70% рудника у Србији функционише и ради у близини већих или мањих река, а рударским активностима и објектима су посебно угрожене реке Ибар, Тимок, Пек, Дрина, Колубара, Ресава, а преко њих Сава и Дунав. Такође, одређено загађење водотокова река долази и од самих термоелектрана тј. од депонија пепела и шљаке који се налазе у близини ТЕ постројења. Утицај пепела и шљаке на загађење вода нарочито треба узети у разматрање имајући у виду да се пепео и шљака на депоније транспортују хидрауличним путем и

⁸⁶ Савић, И., Терзија, В., Екологија и заштита животне средине, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1999.

⁸⁷ Савић, И., Терзија, В., Екологија и заштита животне средине, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1999.

мокром сепарацијом. Такође, да би се спречило развејавање прашкастих материја и пепела у ваздух свакодневно се депоније пепела и шљаке наводњавају и прскају водом. Истраживање загађења вода са депонија пепела и шљаке важно је квалитетно спровести јер се ради о великим генераторима загађења животне средине. Претходне констатације и изведене закључке потврђују информације и статистички подаци да, у принципу за годину дана, ТЕ произведу више од 5,5 милиона тона пепела. На овај начин се генерише велико загађење воде и земљишта. „Сагоревањем лигнита ниског квалитета у нашим термоелектранама производе се велике количине пепела, сумпора и азотних оксида.“⁸⁸

Депонију пепела и шљаке ТЕ Колубара и њену непосредну околину карактерише подручје са бројном концентрацијом подземних вода и присуство малих водотокова од којих су неки измештени приликом градње депоније. Током испитивања геолошких налазишта на ширем простору Колубарског басена још током 70-тих година прошлог века на локацији садашње депоније евидентирани су следећи литолошки слојеви:

- » хумифицирана глина 0,6-1,5 m;
- » глина прашкаста до песковита 4.2-7,2 m;
- » песак 0,5-1,5 m,
- » шљунак са песком 1,2-5,2 m и
- » песак чија дубина није утврђена.

Дата структура и састав земљишта утиче на квалите подземних и површинских вода. У условима ниског нивоа подземних вода долази до прихрањивања површинским водама, а у условима високих нивоа подземних вода обрнуто.⁸⁹ Депонија пепела и шљаке у склопу ТЕ Коубара је изграђена 1984. године. Пре тога је формирана депонија 1977. која је проширена образовањем касета А и Б.

Терен се састоји од три речне долине река Турије, Пештана и Оњега, који се уливају у Колубару (*слика 34*). У околини се налази велики број малих језера, природних и вештачких. Због проширења депоније, део водотока Турије је измештен. Урађено је ново регулисано корито, а старо је суво и чини границу између старе депоније и касета А и Б. Подземне воде се налазе на 0,6 -1,2 m од површине терена.

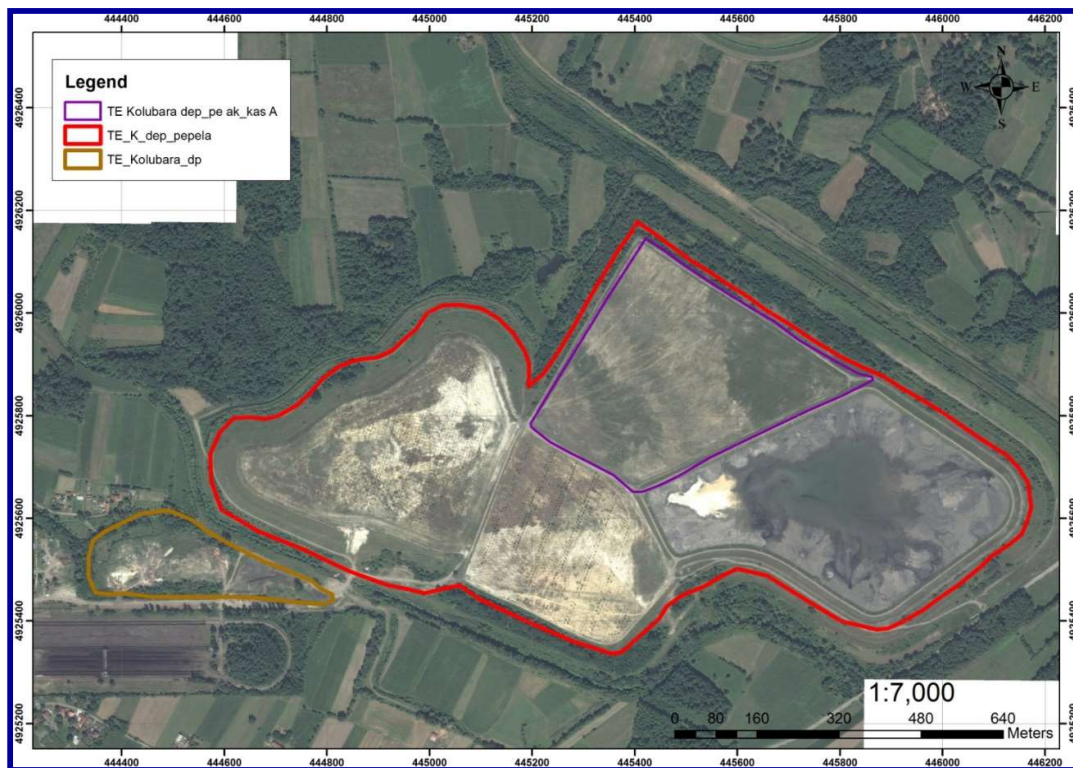
⁸⁸ <https://www.ekogea.org/problem%20otpadnih%20voda.html>

⁸⁹ Никић З., Летић Љ., Николић В., Филиповић В. 2010: Поступак прорачуна режима нивоа подземних вода на станишту храста лужњака у равном Срему. Гласник шумарског факултета, бр. 101, стр. 125-138. (DOI: 10.2298/GSF1001125N; ISSN 0353-4537).



Слика 34. Речни водотокови Турије, Пештана и Ојега у околини ТЕ Колубара и депоније пепла

Увећан приказ депоније пепела ТЕ Колубара илустрован је на наредној слици.



Слика 35. Увећан приказ активних касета на депонији пепела у ТЕ Колубара

Емисија штетних материја у воде се обавља и испитује складу са Законом о водама, контролу квалитета отпадних вода, површинских и подземних вода редовно врши овлашћена и акредитована лабораторија четири пута годишње.

Током 2010. и 2011. године су анализирани следеће отпадне воде: дренажне воде са депоније пепела и воде која прелива у Турију и њихов квалитет је дат у табелама.

Табела 24. Резултати анализа отпадних вода са депоније пепела за 2010.год.

	Место узорковања		МДК*
	Дренажне воде - ободни канал	Прелив у Турију	
рН - вредност	7,5	8	6,8-8,5
Суспендоване материје, mg/l	150	180	30
As, µg/l	99,2	448	50
SO ₄ ²⁻ , mg/l	745	580	/

*МДК- максимално дозвољене концентрације параметара за II класу водотока у складу са: Уредбом о класификацији вода (Сл.гласник СРС 6/78), Правилник о опасним материјама у водама (Службени гласник СРС 31/82)

Табела 25. Резултати анализа отпадних вода са депоније пепела за 2011.год.

	Дренажне воде - ободни канал	Прелив у Турију	МДК*
рН –вредност	7,7	7,9	6 ÷ 9
Суспендоване материје, mg/l	261,5	147,8	35
арсен, µg/l	64,5	153	10
сулфати, mg/l	914,5	856,3	2000

*МДК – максимално дозвољене концентрације параметара према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Сл. гласник РС 67/11)

У 2012. години су анализирани све отпадне воде ТЕ Колубара. Отпадне воде анализирани су на основу „Уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање.“⁹⁰

Генерално гледано квалитет свих отпадних вода је био задовољавајућег квалитета и може се рећи у потпуности у складу са показатељима дефинисаних Уредбом о класификацији вода.⁹¹ Једини параметар који скоро у свим узорцима отпадних вода био преко максимално дозвољених концентрација су суспендоване материје. Квалитет отпадних вода са депоније пепела (преливна и дренажна) која се улива у Турију и отпадне дренажне воде са депоније пепела у 2012. годину дат је у табели 26.

⁹⁰ Сл.гласник РС бр. 67/2011, 48/2012

⁹¹ Сл. гласник СРС 6/78

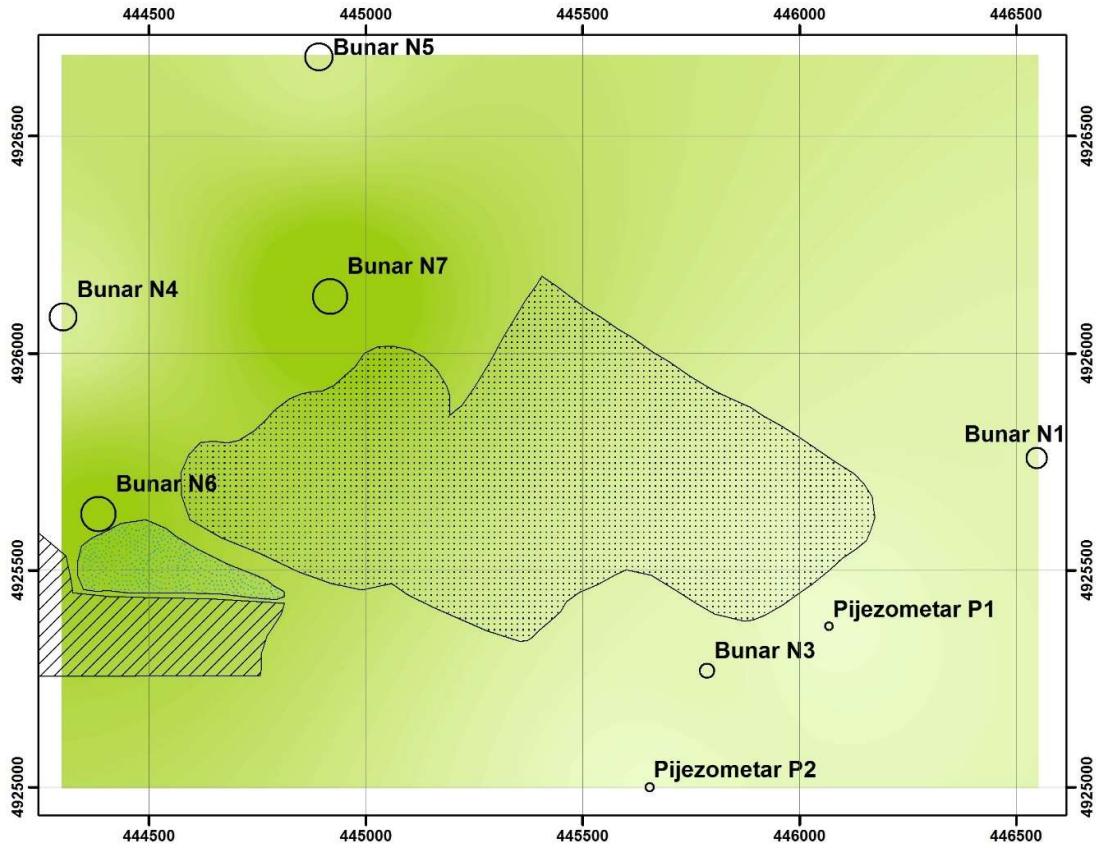
Табела 26. Резултати анализа отпадних вода са депоније пепела за 2012.год.

	Отпадне воде са депоније пепела (преливна+дренажна)	Отпадна дренажна вода - ободни канал	МДК*
рН – вредност	7,7-8,3	7,6-8,0	6 ÷ 9
Суспендоване материје, mg/l	20-144	146-445	35
арсен, µg/l	5-50	<10-70	10
сулфати, mg/l	126-692	539-700	2000

*МДК – максимално дозвољене концентрације параметара према Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (Сл. гласник РС 67/11,48/12)

Поред редовних извештаја контроле квалитета вода, ЕПС правовремено и детаљно израђује и Елабората (извештаји) о праћењу утицаја отпадних вода у ТЕ погонима како би смањило утицај загађења на животну средину и допринео очувању природних ресурса и екосистема. У поступку формирања ГИС базе података о коришћену екоремедијације напуштених и девастираних подручја ЕПС је наручио израду Елабората о утицају подземних вода термоелектране „Колубара“ на површинске и подземне воде у периоду од 2009. до 2014. Мерења је обавила и извршила компанија Анахем. Испитивани параметри вода су температура ваздуха и воде, проводљивост, мутноћа, рН вредност, електропроводљивост, кисеоник, суспендоване материје, феноли, флуориди, нитрити, нитрати, тврдоћа воде, садржај појединих елемената као што су бор, бакар, гвожђе, угљеник и др. Детаљан преглед и обрада података дати су у наредним табелама и графичким приказима, а такође су уврштени у ГИС информациони систем.

Важно је на почетку нагласити да се током спровођења мерења и узорковања подземних вода и садржаја присуства појединих елемената у водама током посматраног периода није користило идентично узорковање што знатно отежава квалитетну и упоредну анализу у раду. Другим речима, на основу увида у елборате о испитивању вода примећује се да мерења из године у годину не поклапају по мерним местима, односно местима са којих је вршено узорковање воде. Проблематика је таква да извештај из 2009. године садржи узорке само три бунара, Н3, Н6 и Н7. Извештај из 2010. године садржи узорке из бунара Н1, Н3, Н4, Н5, Н6 и Н7. Елаборат из 2011. године садржи узорке бунара Н1, Н2, Н3, Н4, Н5, Н6 и Н7 (*видети слику 3б*), док елаборат за 2012. годину садржи узорке бунара Н1, Н2, Н3, Н4, Н5 и Н6. Извештај за 2013. годину садржи узорке из Н1, Н2, Н3, Н5 и Н6 бунара. Последњи извештај за 2014. годину такође не садрже све узорке, већ бунаре Н1, Н2, Н3 и Н6. Локације поменутих бунара су произвољно описане, тј. тачне локације са географским координатама приказане су тек у извештају за 2013. годину и то за бунаре Н1, Н2, Н5 и Н 6. Неопходно је било одредити географски положај преосталих бунара, што је извршено евалуациом свих извештаја од 2009-2014. године, упоређивањем скица и сателитских снимака за потребе даље обраде података у ГИСу. Додатни отежавајући фактор при детекцији тачне локације бунаре су јако лоше скице на којима су уцртани бунари, без икаквих метричких вредности (координата).



Слика 36. Шематски приказ распореда Пијезометара и бунара у околини ТЕ Колубара на којима су вршена мерења квалитета подземних вода

Претходно поменути проблем превазиђен је на тај начин што је формирано више различитих и индивидуалних карата и рандих простора (*workspace*) за сваку годину 2009, 2010, 2011, 2012, 2013. и 2014. година.

У оквиру овог рада обрађују се узорковања подземних вода на територији ТЕ Колубара – депонија пепела и приказују најзначајнији параметри до којих се током обраде резултата мерења дошло.

Табела 27. Концентрација нитрата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Мерно место	Нитрати				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Бунар Н1	3,7	6,5	3,1	2,5	19
Бунар Н2	/	/	12,7	0,4	5,4
Бунар Н3	/	1,9	4,8	3,2	2,5
Бунар Н4	3,8	0,7	8	/	/
Бунар Н5	0,63	1	2,8	0,4	/
Бунар Н6	1,7	/	7,1	2,1	2,2
Бунар Н7	3,4	1,2	/	/	/
Пијез П1	0,47	0,32	17,3	0,7	/
Пијез П2	6,7	0,2	30,9	1,4	0,9

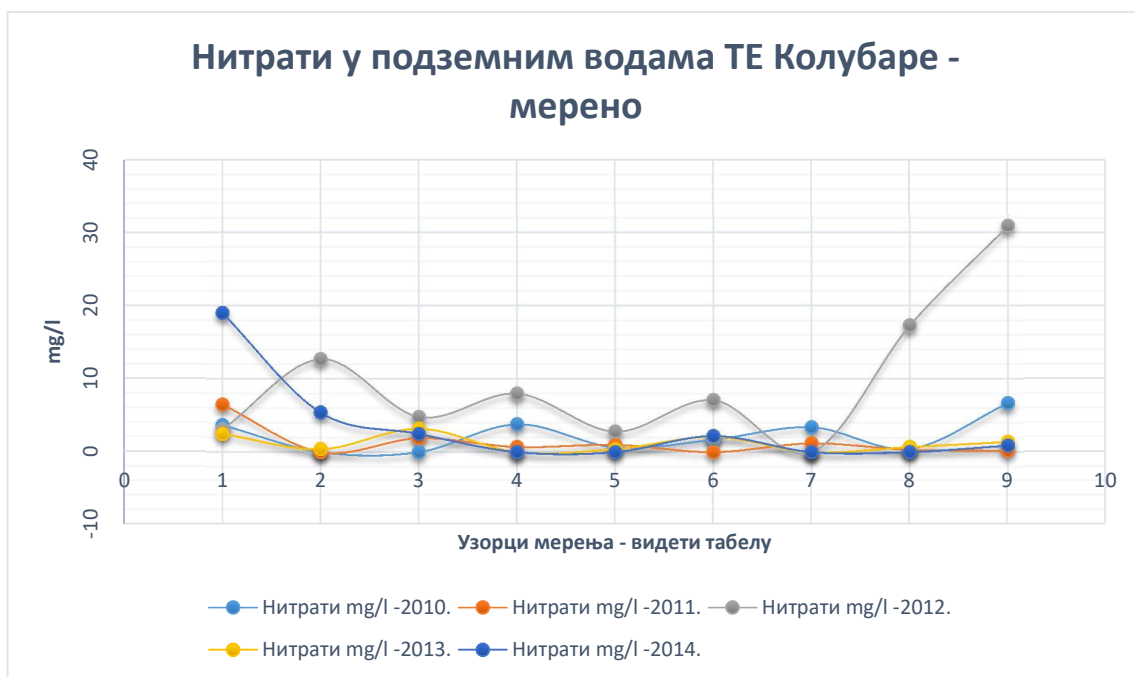


График 11. Концентрација нитрата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Табела 28. Концентрација хлорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Мерно место	хлориди				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Бунар Н1	33,8	31,5	23	33	29
Бунар Н2	/	/	47	70	80
Бунар Н3	52	35	36	40	25
Бунар Н4	8,53	14,5	15	/	/
Бунар Н5	48,7	56	37	35	/
Бунар Н6	35	166	63	63	27
Бунар Н7	85	151	/	/	/
Пијез П1	43,3	14	8,7	9,7	/
Пијез П2	9,1	9,3	6	6	14

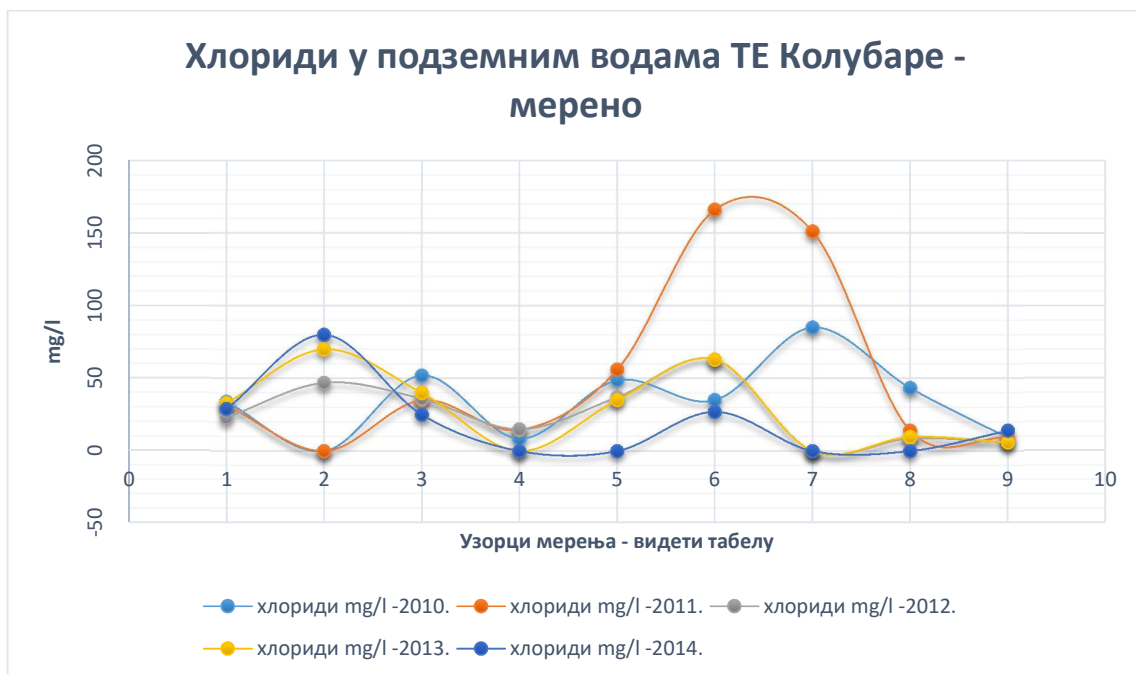


График 12. Концентрација хлорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Табела 29. Концентрација флуорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Мерно место	флуориди				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Бунар Н1	0,12	/	0,08	/	0,6
Бунар Н2	/	/	0,29	/	/
Бунар Н3	8,9	0,46	0,28	/	0,5
Бунар Н4	0,2	0,35	0,33	/	/
Бунар Н5	0,12	0,75	0,61	/	/
Бунар Н6	0,3	1,2	2,04	/	0,3
Бунар Н7	0,36	1,2	/	/	/
Пијез П1	/	0,28	0,17	/	/
Пијез П2	/	/	0,21	/	/

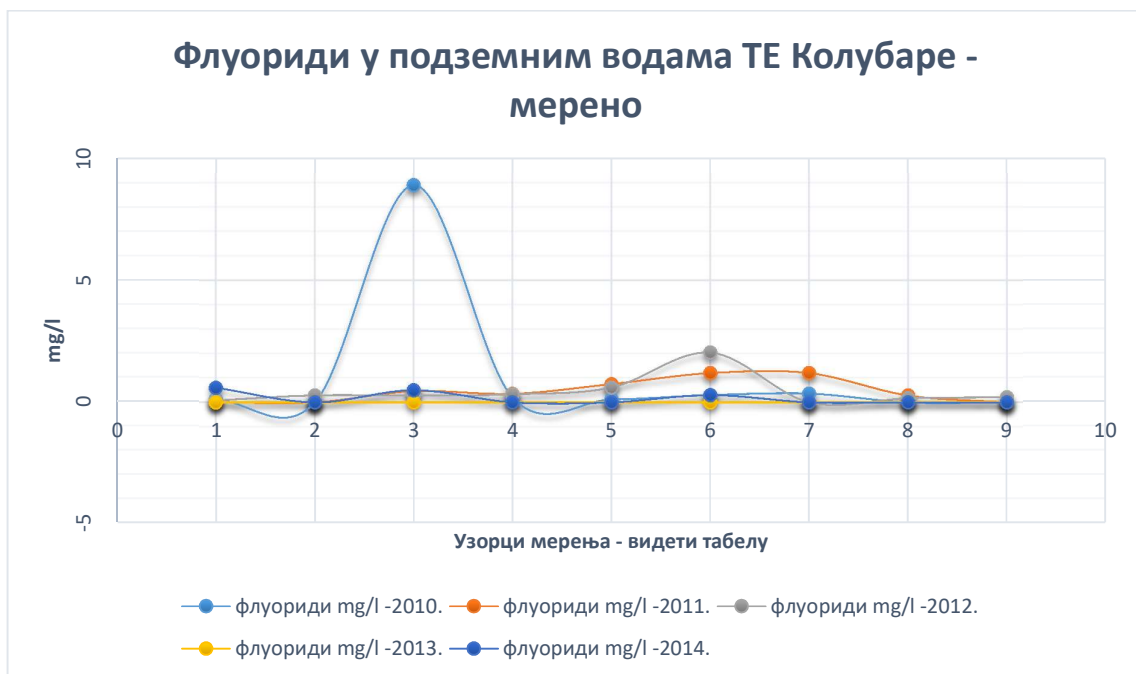


График 13. Концентрација флуорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Табела 30. Концентрација сулфата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Мерно место	Сулфати				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Бунар Н1	49,6	69,3	151	61	40
Бунар Н2	/	/	449	609	390
Бунар Н3	101	132	219	61	107
Бунар Н4	64,3	98	113	/	/
Бунар Н5	215	240	150	127	/
Бунар Н6	308	853	312	463	112
Бунар Н7	656	876	/	/	/
Пијез П1	346	67	40	60	/
Пијез П2	62,1	79	41	45	67

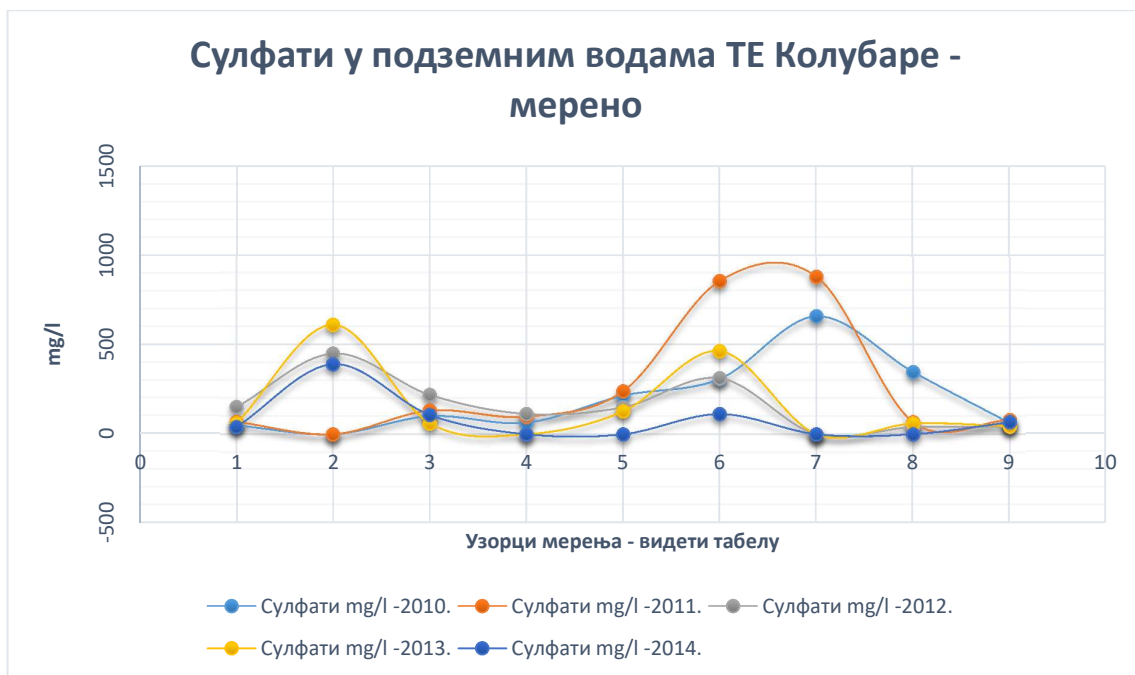


График 14. Концентрација сулфата у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Табела 31. Концентрација магнезијума у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Мерно место	Магнезијум				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Бунар Н1	19,7	24,3	20	/	/
Бунар Н2	/	/	24	/	/
Бунар Н3	19,1	20	27	/	/
Бунар Н4	14,3	19	18	/	/
Бунар Н5	24,9	40	25	/	/
Бунар Н6	34,4	61	25	/	/
Бунар Н7	46,7	48	/	/	/
Пијез П1	6,8	16	18	/	/
Пијез П2	14,8	23	16	/	/

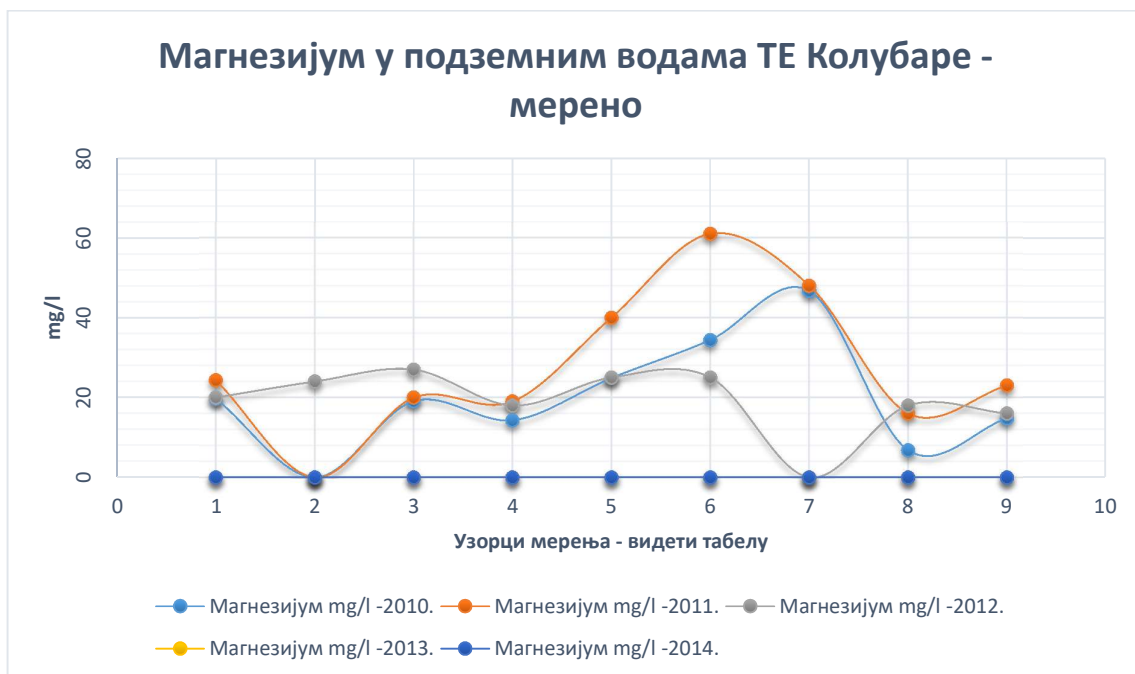


График 15. Концентрација магнезијума у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Преглед концентрације штетних материја у подземним водама сличан је у свим ТЕ на територији Србије и спроводи се према истим Уредбама и законима. На основу урађене анализе Праћење утицаја отпадних вода ТЕ Колубара на површинске и подземне воде у 2014. години које је радила „Анахем лабораторија“ Београд. Анализа је урађена четири пута годишње на: 8 мерних места на отпадним водама ТЕ Колубара, 7 мерних места на водотоцима: канал Баре, река Турија, река Сеона и река Колубара (узводно и низводно од депоније пепела и ТЕ Колубара), 1 пијезометар Р2/10 југо-југоисточно од депоније пепела (пијезометар Р1/10 југо-источно од депоније пепела није узоркован јер је искривљена цев у конструкцији пијезометра). Анализирана су 4 бунара: бунар Н1 источно од депоније, лево од пута Велики Црљени – Соколово; бунар Н2 (Ковач)

северозападно од депоније пепела; бунар НЗ западно од ушћа Сеоне у Бељаницу и бунар Н4 (Борић) западно од депоније пепела (шематски приказ илустрован на слици 36. стр 127).

Анализа вода у 2014. години је показала да се ради о комплексном систему у коме се одвијају процеси сложених механизма. Добијене вредности за појединачне параметре квалитета воде, анализирани су у складу са законском регулативом и упоређене са максимално дозвољеним концентрацијама (МДК) и загађујућих материја у површинским водама. Отпадне воде анализирани су на основу „Уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање.“⁹²

Генерално гледано квалитет свих отпадних вода је задовољавајућег квалитета и може се рећи у потпуности у складу са показатељима дефинисаних Уредбом о класификацији вода.⁹³ Једини параметар који скоро у свим узорцима отпадних вода био преко максимално дозвољених концентрација су суспендоване материје.

Детаљни подаци и упоредни приказ о појединим узорковањима површинских и подземних вода на територијама површинских рударских копова, одлагалиштима депоније и шљаке у ТЕ а за потребе израде прецизне базе података засноване на ГИС технологијама уврштене су у карте расподеле и додате као атрибути одређених географских локација. На наредној слици илустрован је приказ једног радног листа са упоредним карактеристикама степена девастираности вода на подручју ТЕНТ А, ТЕНТ Б, ТЕ Колубара и Морава. Илустровани подаци се односе за 2010 годину.

TENT A B Kol M Kvalitet podzemnih voda u okolini deponija pepela i šljake za 2010. godinu						
Sadržaj opasnih i štetnih materija	MDK	RV	TENT A	TENT B	TE Kolubara	TE Morava
Sulfati (mg/l)	250		Pijezometri: 25 – 717 Seoski bunari: 179 - 286	Pijezometri: 141- 437 Seoski bunari: 14 - 206	Pijezometri: 47- 646 Seoski bunari: 91 - 750	Pijezometri: 203 - 329 Seoski bunari: 159 – 593
Arsen (µg/l)	10	60	Pijezometri: do 22 Seoski bunari: 7 - 38	Pijezometri: 27 - 32 Seoski bunari: do 19	Pijezometri: do 26 Seoski bunari: 5 - 18	Pijezometri: 5 - 11 Seoski bunari: 7 - 24
Cink (mg/l)	3	0,8	Pijezometri: iznad remedijacione vrednosti	Pijezometri: iznad remedijacione vrednosti	Pijezometri: ispod remedijacione vrednosti	Pijezometri: ispod remedijacione vrednosti Ispod MDK u svim bunarima
Mangan (µg/l)	50		Seoski bunari: iznad MDK u Urovcima i Ratarima	Seoski bunari: iznad MDK u Skeli i pojedinim bunarima u Ušću i Drenu	Seoski bunari: iznad MDK-a u svim bunarima (50 – 11 000) osim bunara N-1	Seoski bunari: ispod MDK u svim bunarima osim u dva (100 – 1 400)
Nitriti (mg/l)	0,03		- -	- -	Seoski bunari: povremeno iznad MDK u pojedinim bunarima	Seoski bunari: 0,05 – 0,6
Nitrati (mg/l)	50		Seoski bunari: 2 – 33	Seoski bunari: 23 - 307	-	Seoski bunari: 0,01 – 94

Слика 37. Илустрација извештаја о степену девастираности подземних вода у околинима депонија термоелектрана – упоредни приказ
(Преузето са: <http://www.drustvo-termicara.com/resources/files/f-5a68e.pdf>)

Подземне воде у околини ТЕ Колубара налазе под директним, или потенцијалним утицајем дренажних или понираних вода које потичу са депоније пепела. До загађења подземних вода у околини депоније пепела може доћи услед инфилтрације слободне воде из депоније у водоносни слој испод депоније. Величина загађења подземних вода

⁹² Сл. гласник РС бр. 67/2011, 48/2012

⁹³ Службени гласник СРС 6/78

сразмеран је флуксу полутаната, који представља производ количине инфилтрационе воде и концентрације полутаната. Протицај воде је веома сложено објаснити и дефинисати јер зависи од више различитих и међусобно условљених фактора. Ипак, упрошћено и пластично се протицај може објаснити као зависност од хидрауличких услова филтрације (филтрационих карактеристика пепела и повлатног слоја и хидрауличног градијента између депоније и водоносног слоја) док концентрација зависи од растворљивости полутаната из пепела. Са становишта праћења и контроле утицаја депоније пепела на квалитет подземних вода, најзначајнији параметар представља концентрација сулфатног јона због изражених транспортних особина. Наиме, сулфатни јон се веома мало задржава на скелету средине због чега је „идеалан“ трасер и указује на пробој филтрационих вода из депоније у подземне воде. Са токсиколошког аспекта основни параметар представља арсен с обзиром на заступљеност у пепелу и нешто већу мобилност у подземљу у односу на тешке метале.

5.3.3. Истраживање квалитета ваздуха у околини ТЕ Колубара

Димни гасови који садрже прашкасте материје, сумпор диоксид, азотне оксиде и оксиде угљеника испуштају се преко димњака у ваздух. На димњацима ТЕ се налазе одговарајући електрофилтери за пречишћавање загађујућих материја пре испуштања дима у атмосферу. Концентрација гасова и њихов утицај на животну средину испитује се кроз појединачна мерења емисије загађујућих материја а правовремено се обавља и баждарење анализатора за континуална мерења емисије и гасова и прашкастих материја у атмосферу. Током истраживања за потребе овог рада, као и за потребе целе студије и израде ГИС базе *brownfield* локација ЈП ЕПС вршено је мерење концентрације загађујућих материја из термоелектрана у атмосферу (Табела 32).

Такође, ЈП ЕПС у складу са „Уредбом о граничним вредностима емисија загађујућих материја у ваздух“⁹⁴ и Планом појединачних мерења емисије опасних материја у ваздух за 2014. годину, ПД ТЕНТ формирао је уговор са конзорцијумом Рударски институт Земун и Институт „Винча“ Београд о мерењу годишњих количина емитованих загађујућих материја.

У табели 33 дати су подаци о количинама загађујућих материја које се емитују из ТЕ Колубара за 2014. годину. Због објективних разлога у ТЕ Колубара нису вршена појединачна испитивања и мерења на димњацима већ су добијене вредности на основу множења времена рада котлова (h) у 2014. год. и масених протока загађујућих материја (kg/h), при чему су за К1, К3, К4 и К5 приказане просечне вредности (kg/h). Мерења су обављана у 2 циклуса током године. Такође, за К6 су приказане вредности (kg/h) мерења извршеног у 2013. години.

⁹⁴ Сл. гласник РС, бр. 71/2010, 6/2011

Табела 32. Упоредни приказ емисија загађујућих материја у ваздуху у ТЕ у Србији током 2010. године не рачунајући КиМ термолектрану

Орг. Јединица	t/година			
Блок	Прашкасте материје	SO ₂	NO _x (NO ₂)	CO ₂
ТЕНТ А				
Блок А1	1 680	7 983	1 324	1 350 500
Блок А2	1 428	14 897	2 338	1 222 160
Блок А3	1 376	31 824	2 521	1 895 620
Блок А4	379	16 361	3 480	2 234 930
Блок А5	248	28 393	2 610	2 200 720
Блок А6	1 185	5 856	2 890	1 014 250
Укупно ТЕНТ А	6 296	105 314	15 163	9 918 010
ТЕНТ Б				
Блок Б1	914	46175	5963	3 991 680
Блок Б2	1 237	39043	9258	4 900 210
Укупно ТЕНТ Б	2 151	85 218	15 221	8 891 890
ТЕК				
Блок А1, котао 1	554	1 948	296	272 500
Блок А2, котао 3	949	1 633	236	207 160
Блок А3, котао 4	336	1 349	240	136 640
Блок А4, котао 5	353	981	134	1 601 400
Блок А5, котао 6	148	5 911	1 397	782 280
Укупно ТЕК	2 340	11 822	2 303	1 558 420
ТЕМ				
Блок	3 107	10 683	908	670 635
Укупно ТЕМ	3 107	10 683	908	670 635
Укупно ПД ТЕНТ	13 894	213 037	33 595	21 038 955

Табела 33. Годишња емисија штетних материја у ТЕ Колубара (t/година) за 2014.

ТЕ КОЛУБАРА	Прашкасте Материје	SO ₂	NO _x (NO ₂)	CO	CO ₂
Котао 1, Димњак 1	146,71	633,24	63,57	4,83	38191
Котао 3	465,15	1658,28	192,29	30,95	146068
Котао 4	448,88	974,05	143,25	9,57	101796
Котао 5	169,56	912,14	105,74	6,93	70978
К3+К4+К5, Димњак 2	1083,61	3544,49	441,28	47,44	318842
Котао 6, Димњак 3	171,39	7707,78	855,26	54,54	278512
УКУПНО	1401,72	11885,50	1360,11	106,82	635545

У посматраним ТЕ евидентно је да значајан утицај на животну средину имају емисије штетних материја у ваздух. На основу посматраних података примећује се да емисија загађујућих материја у ваздух углавном потиче од:

- » тачкасти извори – три димњака;
- » дифузиони извори – депонија пепела и шљаке и депонија угља.

Димни гасови настали сагоревањем угља у котловима, воде се преко електрофилтерског постројења кроз канале димних гасова до одговарајућег димњака кроз који се испуштају у околину. Основне емисије у ваздух из димњака су прашкасте материје, оксиди азота (NO_x), сумпор диоксид (SO₂), угљенмоноксид (CO). На основу дугогодишњег праћења квалитета ваздуха околине спроведеног од стране ЕПС-а, које се обавља једном годишње, према „Плану мерења емисије у складу са чланом 7. Уредбе о граничним вредностима емисија загађујућих материја у ваздух“⁹⁵, закључује се:

- » концентрације SO₂ су изнад прописаних средњих дневних и средњих годишњих граничних вредности и толерантних вредности и не представљају локални већ глобални проблем;
- » загађење ваздуха честицама пепела има локални значај, последица је углавном еолске ерозије пепела са депоније, при појави олујних ветрова.

Као што је већ речено током 2014. године вршено је узорковање таложних материја на осам (8) мерних места у околини ТЕ „Колубара“, као и мерење сумпордиоксида, чађи и суспендованих честица <10 микрона на једном мерном месту у Спортско-рекреативном центру ТЕК-а у Великим Црљенима..

На основу испитивања укупних таложних материја у околини ТЕ „Куолубара“ у периоду од 05.12.2013 до 04.07.2014 може се закључити:

- » Концентрације укупних таложних материја не прекорачују вредност прописану „Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха“⁹⁶ као и „Уредбом о изменама и допунама Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха.“⁹⁷ којом је прописано у Прилог XV, одељак А, тачка 5. за период усредњавања за један месец (450 mg/m²/дан), као и „Уредбом о изменама и допунама Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха.“⁹⁸
- » Граничне вредности за остале параметре праћене у таложним материјама у току наведених месеци нису прописане претходно побројаним уредбама.
- » Концентрације сумпор-диоксида и суспендованих честица не прекорачују вредност прописану „Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха.“⁹⁹, којом су прописане граничне вредности за неке од штетних материја у ваздуху околине, за сумпор-диоксид (гранична вредност: 125 µg/m³, толерантна вредност: 125 µg/m³), а за суспендоване честице максимално дозвољена вредност 120 µg/m³.
- » Концентрација чађи прекорачује вредност прописану Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (“Сл. гласник РС”,

⁹⁵ "Сл. гласник РС", бр. 5/2016

⁹⁶ Сл. гласник РС, бр. 11/2010

⁹⁷ Сл. гласник РС, бр. 75/2010

⁹⁸ Сл. гласник РС, бр. 63/2013

⁹⁹ Сл. гласник РС, бр. 11/2010

бр.11/2010) којом је у Прилог Х одељак Б, (гранична вредност: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, толерантна вредност: 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и граница толеранције: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Уредбом о изменама и допунама „Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха“¹⁰⁰ као и „Уредбом о изменама и допунама Уредбе о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха.“¹⁰¹ Од измерених 185 узорака, концентрација чађи прекорачује МДК за један узорак у јануару 2014. године (измерено је 72,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), али не прелази толерантну вредност од 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Средња вредност мерења сумпор-диоксида била је изнад прописане граничне вредности. Средња вредност мерења чађи била је испод граничне вредности. Средња вредност мерења укупних суспендованих честица била је испод прописане граничне вредности.

Из свих наведених података може се закључити да је квалитет ваздуха у околини ТЕ „Колубара“ током 2014. године био углавном задовољавајући, с обзиром на утицај и осталих извора загађења (саобраћај, кућна ложишта и сл.).

5.4. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА – КОРЕКТИВНЕ МЕРЕ И СЦЕНАРИЈА ЕРМ САНАЦИЈЕ

Оквирни сценарио развоја поменутих локација и визија просторног подручја која би се креирала за период после престанка експлоатације угља (2055-60. год.) представља дугорочни плански период.

За овако дуг плански период, предвиђања су у великој мери непоуздана, како због бројних непознаница тако и због ограничености студијске и друге расположиве документације. Нужно је ипак, сагледати макар само неке аспекте дугорочног развоја, како би садашњи развој могао да буде усмераван ка будућности са потребном мером рационалности.

На основу резултата одговарајућих истражних радова предузетих последњих 10-15 година и студија оправданости, одређена је оријентациона граница експлоатационог подручја Колубарског басена. У том подручју и његовом окружењу могу се предвидети могући оквирни сценарији развоја и планског уређења простора.

После 2020. године биће оправдана експлоатација лигнитског слоја и у тзв. „заштитном стубу“ где се сада налазе привредни и инфраструктурни објекти. Тиме би највећи део експлоатационог подручја био искоришћен, што би условило изналажење нових локација за привредне и инфраструктурне објекте.

Будући да на депонијма јаловине није упутно градити насеља, привредне и друге грађевинске објекте, ово подручје биће у будућности прекривено шумама, пољопривредним културама и језерима са површинама за спорт, одмор и рекреацију. Поред постојеће акумулације „Палјуви Виш“ на крају експлоатације лигнитског лежишта остаће трајне депресије од површинских копова (Поље „Е“, „Јужно поље“, „Радљево“) испуњених водом.

¹⁰⁰ Сл. гласник РС, бр. 75/2010

¹⁰¹ Сл. гласник РС, бр. 63/2013

Коначни биланс ренатурализације по завршетку рударских радова:

- » шуме 65,3 km²,
- » пољопривредне површине 42,2 km²,
- » вештачка језера и водотоци 5,5 km²,
- » површине за спорт и рекреацију 6,9 km²
- » површине заузете инфраструктурним коридорима око 2,0 km².

Кључне активности које треба предузети на посматраном подручју односе се на контролу, квалитет, исплативост. Постојећа привредна структура, чију окосницу чини рударство и енергетика, мораће благовремено да се мења у корист делатности изван овог сектора. У футуристичком сценарију ове локације неопходно ће бити постојеће површине заузете енергетско-индустријским комплексом уз неопходну пренамену и преуређење преуредити у производне погоне другачије намене. Такође, футуристички сценарији развоја указују на радикално померање тежишта активности од примарног и секундарног ка терцијарном и кварталном сектору.

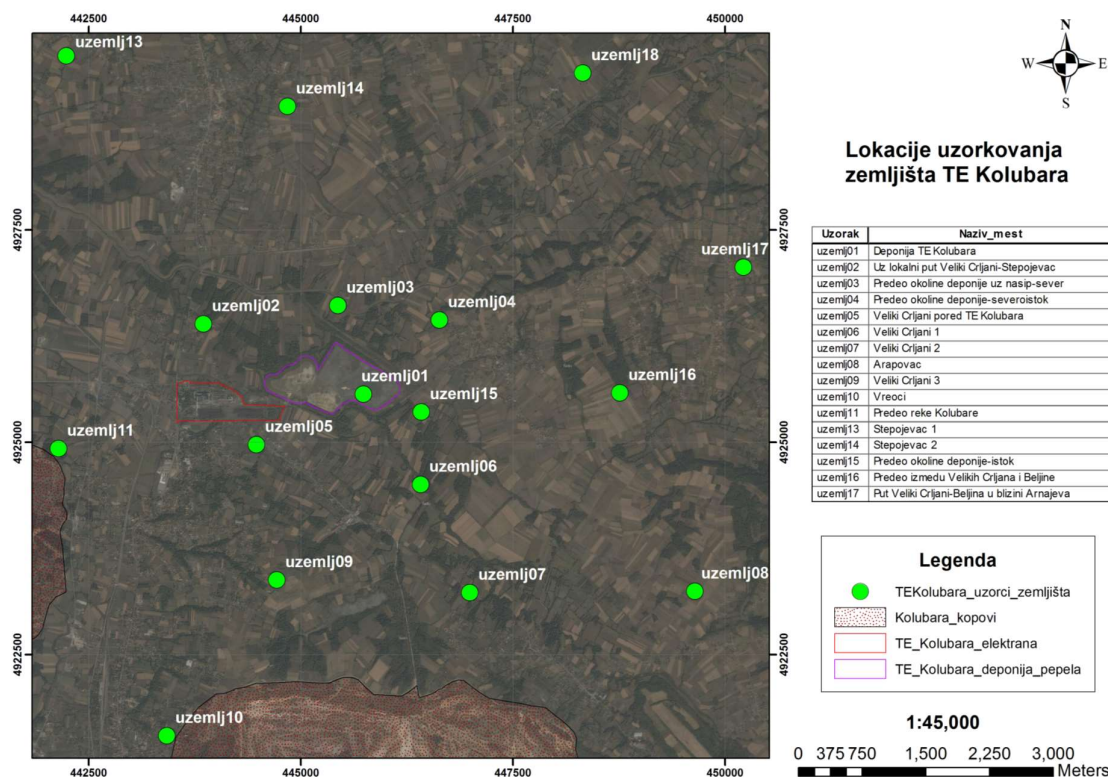
Рекултивација и еколошки редизајн простора на основу спроведених резултата мерења на девастираним површинама долази се до закључка да је на депонији пепела ТЕ Колубара могуће спровести рекултивацију исте и формирати површину погодну за друго коришћење. Другим речима, депонија пепела ТЕК даје основ за биорационално коришћење овог простора.

У претходним тематским целинама рада било је речи о могућношћу успевања одређених биљних култура на овим девастираним подручјима. Истраживања су показала да формирање шумских ресурса и пољопривредних култура на овим просторима има и те како своје оправдање и обезбеђује не само регенерацију земљишта и његову деконтаминацију већ и спречавање еолске ерозије. Рекултивација 77 ха депоније пепела би, поред основне заштитне функције, требало да прерасте у ремедијацију деградираних простора који се валоризује и енергетски и економски.

На подручју ТЕ Колубара анализирани су узорци из четири врсте земљишта: од пепела из ТЕ Колубара, земљиште са одлагалишта пепела и шљаке, затим обрадиво земљиште у близини ТЕ Колубара (у пречнику до 2 km) на 16 локација, састав земљишта на простору рудника угља отвореног копа (слика 38). За упоредни узорак коришћен је и засад мискантуса и на обрадивом земљишту изван зоне директног утјецаја ТЕ (2 локације) у три сезоне почев од 2014. Садржај тешких метала одређен је у акредитованој лабораторији. Укупан садржај Cr (EPA M 218.1: 1978), Ni (EPA M 249.1: 1978), Pb (EPA M 239.2: 1978), Cu (EPA M 220.1: 1978), Zn (EPA M 289.1: 1974) EPA M 213.2: 1978), As (EPA M 206.2: 1978) и Fe (EPA M 236.1: 1978) у узорцима тла су одређени након дигестије користећи азотну киселину, водоник пероксид и хлороводоничну киселину, помоћу атомске апсорпционе спектрометрије. Садржај живе у узорцима тла се одређује након варења (дода се хлороводонична киселина и азотна киселина, оксидација се врши калијум перманганатом, вишак калијум перманганата се редукује са хидроксиламин хидрохлоридом, а затим се додаје станхлорид да би живио у гасовитом стању cold AAS metoda (EPA M 245.1: 1994)¹⁰²

¹⁰² ИНСТИТУТ МОЛ. Провера утицаја пепела и шљаке ТЕ "Колубара А" на земљишту у 2013. години, извештај И 661/13, 2013.

Теренски експеримент је постављен на тлу технолошког откривка на простору ТЕ Колубара и то на локацији чије су координате 44° 28'16,41" N у 2011. години. Парцела је формирана непосредно пре сетве у априлу и оплођена минералним ђубривом НПК која садржи 7,5 kg/ha N, 7,5 kg/ha P, 7,5 kg/ha K, непосредно пре сетве. Наводњавање је обављено само током прве вегетације. Механичка контрола корова обављена је по потреби током прве и друге сезоне вегетације. Ризоми мискантуса величине 3-5 пулољака, су се сејали на растојању од 1 m између редова и 0,5 m у низу, што одговара густини биљке од 20 000 комада/ha. Експеримент је постављен на парцеле од 10x10 m у три репликације. Биомаса изнад земљишта сакупљена је ручно на почетку бербе 2014, 2015 и 2016. године. Узорци који се састоје од 10 случајно одабраних биљки по експерименталној парцели су осушени у ваздуху, а затим у сушилици за сушење у пећници за одређивање суве масе (ДМ).



Слика 38. Локације на којима су вршена узорковања и испитивања земљишта

Заснивањем плантаже енергетских усева, брзорастуће високопродуктивне трске *Miscanthus giganteus* (слоновска трава, кинески шаиш) као лигноцелулозног енергетског усева друге генерације добија се око 20 t/ha годишње биомасе са 15% влаге и горњом топлотном моћи 18,88 MJ/kg. Највећи и готово једини инпути (енергетски и новчани) су ограничени на годину заснивања плантаже и прву годину развоја. Након тога, следећих 20 година се плантажа експлоатише жетвом надземне биомасе у ранопролећном периоду, пре кретања вегетације. Подаци добијени експерименталним узгојем методом пољског огледа на девастираним површинама секундарне зоне утицаја ТЕ Колубара као и на самој депонији pepела ТЕ Колубара указују да је на овим просторима могућа продукција

агроенергетских усева са приносима који јесу нешто мањи него на плодном земљишту, али су са њима компарабилни.

Најновија истраживања коришћењем модела DCE (*Dynamic Coal in Europe*) који синтетички перспективе неколико дисциплина (*геологију, технологију, економију и заштиту животне средине*) примењена на деградиране локације РБ Колубара, указују да је на овим локацијама могућа продукција енергетских усева који би до 2040. год могле да супституишу око 1,5% угља из овог басена.

Стратешки пројекти у овом подручју који би се предузели обезбедили би низ предности на еколошком, економском и социјалном плану. У последње време општи тренд представља развој енергетског шумарства. Један од футуристичких планова које треба уважити у пракси јесте засад енергетских усева слонове трске који се у пракси показао као одличан ремедијатор деградираних земљишта. Поред ове, има и многобројне карактеристике које повећавају плодност земљишта. Развојем кореновог система који иде и преко дубине од 2,5 m, успева да дође до дубљих слојева земље и усвоји воду и хранљиве материје, заједно са загађујућим материјама (*ако оне постоје у земљишту*). Работом кореновог система побољшава морфолошку структуру и микробиолошку активност земљишта. За разлику од једногодишњих усева, Мискантус захтева обраду земљишта само у години заснивања усева, као и минималну заштиту од коровске вегетације, било механичким или хемијским уклањањем. Дуг период без обраде земљишта омогућава нагомилавање биљног покривача, што доприноси повећању органске материје и садржаја угљеника у земљишту. Бујна вегетација заједно са биљним покривачем спречава појаву еолске и хидро ерозије.

Мискантус као хибридна биљка нема природних непријатеља, јер није конзумна биљка. Због свог брзог раста и развоја, као и високих крошњи обезбеђује станишне услове за птице и сисаре.

Биодиверзитетна истраживања на вишегодишњим травама су показала већи број и разноврсније птице, мале сисаре и бескичмењаке, нарочито птица унутар парцела и по ивицама, у односу на окружујуће ливаде или њивске усеве. За већи број птица и малих сисара висина усева је најзначајнија за њихову бројност.

Заснивање плантажа енергетских усева као корективну меру ЕРМ плана треба применити и у примарној и у секундарној зони утицаја ТЕ Колубара. Ова мера би се спроводила сукцесивно како се појављују деградиране површине. Првоформиране плантаже енергетских усева и дрвенастих култура у брзој опходњи би се касније користиле као расадници који би обезбеђивали садни материјал за нове локације чиме би се остварила њихова дугорочно одржива функција.

Ужа зона ЕРМ плана која се односи на депонију пепела и шљаке ТЕ Колубара и њену непосредну околину се карактерише високим подземним водама и присуством малих водатокова од којих су неки измештени приликом градње депоније. Конструисање акватичних екосистема и редизајн постојећих доприноси пречишћавању ових вода које трпе велики еколошки притисак, развијају се нова станишта која доприносе очувању биодиверзитета који је на овим просторима угрожен радом рударских и индустријских постројења, а такође се повећавају естетске вредности предела што се може искористити у сврхе рекреације и туризма, као што је и предвиђено просторним планом за ову област.

У секундарној зони утицаја се налазе водотоци који су измештени са својих првобитних локација и чврсто регулисани, чиме се губе њихове екосистемске вредности. Конструисање екосистемских процесора на овим водотоцима и њиховим обалама ће значајно допринети повећању њихове моћи пречишћавања што је од кључног значаја с обзиром да су реципијенти непречишћених индустријских и комуналних отпадних вода.

У овој зони се такође налазе и водна тела која садрже велике количине муља који је настао тако што се у њима одлажу или су се раније одлагале отпадне воде. Корективна мера за овакве локације је примена метода фиторемедијације (*прећишћавања седимента и воде помоћу биљака*) и биоремедијације (*помоћу микроорганизама*). На предложен начин би се ин ситу извршила ремедијација ових локалитета. Уколико се за ту сврху користе енергетски усеви, мискантус и трска, продукција њихове биомасе би са једне стране пречистила подлогу, а са друге могла бити употребљена у енергетске сврхе.

Дакле, адекватним избором и применом најприкладнијих техника ремедијације земљишта деградираних индустријским активностима, процес санације животне средине и заштите природних ресурса успоставља се на потпуно природан начин. Одабрани и примењени приступи еко-ремедијацији су обично вишенаменски, дугорочни и друштвено корисни јер повезују окружење са економским и друштвеним развојем.¹⁰³ На подручју ТЕ Колубаре као и рудника Колубара може се на деградираним локацијама обезбедити прихватљив и одржив приступ култивацији агро-енергетских усева, првенствено мискантуса који ће у знатној мери смањити неповољне утицаје деградације и смањити количину генерисаних штетних тешких метала у земљи, води и ваздуху чиме ће се повољније утицати на животну средину. Да би се истражила таква могућност неопходно је поставити одговарајућу хипотезу. Зато је теренско истраживање за потребе овог овог рада спроведено у три корака:

- » Прво су испитане карактеристике земљишта у зони утицаја ТЕ Колубара А, откривке од Рудика Колубаре и пепела из ТЕ Колубара;
- » Друго: могућност производње мискантуса на овим подлогама и његовог санационог потенцијала у смањењу ризика од тешких метала и;
- » Треће: урађена је СВОТ анализа која треба да покаже на одрживост таквог приступа и еколошки приступ приближи економском.

Агрохемијска својства земљишта на истраженим локалитетима (обрадиво земљиште у зони утицаја ТЕ Колубара А, контрола тла изван зоне утицаја пепела и муља из Термоелектране Колубара, Одлагање и откривка са површинског копа РБ Колубара указују на њихове ограничене плодности јер садрже мало N (0,10% са јаловином, 0,12 - 0,14% у пепелу, 0,12 - 0,26% у тлу), као и органског С (2,64% у пепелу, 0,64% у јалови и 2,12 до 5,06% тла). У свим испитиваним земљиштима рН је близу неутралног (6.40-7.89). Према резултатима из Пољске, утврђено је да за добијање високих приноса мискантуса тло треба да буде просечног квалитета. Нека од претходних истраживања указују на чињеницу да мискантус у Србији даје највеће приносе на карбонатном чернозему.

Укупан садржај псисуства тешких метала у тестираним узорцима тла пореде се са прописима Републике Србије (Табела 34). Садржај укупног Cr, Pb, Cd, Hg, као и код свих испитаних узорака значајно је нижи од максимално дозвољених концентрација (МДК).

¹⁰³ HOU D, AL-TABBAA A. Sustainability: A new imperative in contaminated land remediation. *Environmental Science and Policy* 39, 25, 2014.

Табела 34. Садржај тешких метала у тлу у односу на максималне дозвољене концентрације (МДК), вредност ремедијације (РВ)

	Јединица	земљиште			пепео	контрола земљишта	прекорачење	МДК/РВ
		средња	Мин.	Макс.				
Cr	mg/kg	29.99	18.44	75.32	25.58	19.08	58.75	100/380
Ni	mg/kg	37.31	31.88	48.89	48.37	28.88	78.65	35/210
Pb	mg/kg	42.79	28.61	49.08	28.68	36.68	15.14	85/530
Cu	mg/kg	25.24	16.86	31.76	90.75	27.85	19.32	36/190
Zn	mg/kg	48.28	39.51	58.08	189.1	43.04	48.65	140/720
Cd	mg/kg	0.26	0.2	0.32	0.23	0.22	0.71	0.8/12
Hg	mg/kg	0.03	0.02	0.04	0.04	0.025	-	0.3/10
B	mg/kg	43.72	27.75	62.18	57.61	55.745	-	-
As	mg/kg	14.60	8.86	19.12	7.75	10.72	4.59	29/55
Fe	%	2.17	1.86	2.42	1.87	2.02	1.94	-

Садржај Ni био је већи од МДК у овербурдену, 50% земљишта под утицајем ТЕ Колубара и узорака пепела. Zu и Zn садржај превазилази МДК у пепелу, али пронађене вредности не прелазе вредност ремедијације (РВ). Према садржају присуства тешких метала, тестирано земљиште припада благо до умерено контаминираном подручју. Међутим, такво земљиште се не препоручује за производњу хране за људе или животиње због могућности „уласка“ тешких метала у ланац исхране. Из истог разлога, усеви који не једу дивље животиње треба да буду култивисати на таквим подлогама. Због тога је мискантус изабран као високо приносни усев.

Производња мискантуса на деградираном или маргиналном земљишту истовремено треба да обезбеди санацију земљишта и производњу биомасе са задовољавајућим квалитетом и приносом. Испитивања су показала да се Cr акумулира у подземним органима и само мали део транспортује у надземну биомасу, где достиже концентрацију која може бити фитотоксична, није у корелацији са садржајем супстрата. Значајна количина Ni транспортује се до горње површине, али не достиже фитотоксичне концентрације, такође се односи на Pb, Cd и As. Не постоји значајна корелација са садржајем супстрата, осим As (Табела 35.).

У сагоревању мискантус биомасе, присуство неких тешких метала се може исцрпити, првенствено Cd, Pb и Zn, па је важно да њихов садржај у горњој тачки буде што је могуће мањи. Садржај присуства тешких метала у биомаси мискантуса који се гаји на неконтаминираном земљишту износи око 0,2 mg/kg за As, 0,1 mg/kg за Cd, 2 mg/kg за Cu, 0,03 mg/kg за Hg, 2 mg/kg за Ni и Pb, 10 mg/kg за Zn.

Табела 35. Садржај тешких метала у мискантусу (mg/kg). * пот експеримент 1. сезона раста; **теренски експеримент 5. сезона раста, овербурден. НД: није детектован; средња вредност на плантажи, присуство токсичности

	Whole plant*			Aboverground Biomass**	Plants Average ¹	Plants toxic ²
	ash	soil	overburden			
Cr	45.10±7.44	129.9±23.88	72.64±8.66	3.62 ± 0.26	0.2-1	1-2
Ni	15.62±2.18a	44.92±7.23	20.82±3.02a	10.74 ± 2.06	1	20-30
Pb	6.82±0.89b	19.51±2.24	8.17±1.47b	4.14 ± 0.34	1-13	10-20
Cu	12.17±2.02c	23.26±1,78	11.52±2.26c	2.51 ± 0.27	4-15	15-20
Zn	23.35±4.12d	70.42±8.56	24.34±3.66d	40.2 ± 0.17	8-100	150-200
Cd	0.54±0.04	1.10±0.15e	1.11±0.32e	0.22 ± 0.06	0.1-2.4	5-10
Hg	ND	ND	ND	ND	0.005-0.02	1-3
As	4.02±0.66	5.41±0.72	2.34±0.43	0.82 ± 0.11	0.02-7	20

У горенаведеном биомасу мискантусу узгајане на контаминираном тлу значајно зависи од генотипа (врста), старости крошње (трајања експозиције), врсте супстрата (највише рН, садржаја органске материје и садржаја тешких метала). Резултати за све тестиране ТМ налазе се у распону објављених истраживања.

Последњих година, СВОТ анализа се све више користи како би помогла доносиоцима одлука у одређивању приоритета имплементације планова санације. Приликом анализе еколошких, економских и социолошких трендова, већина аутора заснива се на подацима из литературе, дајући предност програмима који истовремено врше санацију земљишта деградираним индустријским активностима користећи еколошки прихватљиву технологију уз производњу усева који се касније могу користити на одржив начин.

Основи за СВОТ анализу у овом раду су користили емпиријске резултате добијене у потрагама и експериментима на терену на истраженој области. У анализи предности (С), слабости (В), могућности (О) и претњи (Т) разматрани су еколошки аспекти производње мискантуса на локацијама Колубаре. Принос земљишне биомасе у периоду после треће године на површини јаловине је око 5 t/ha са густином од 2 ризома /m², на парцелама за одлагање пепела и шљаке је око 1.81 t/ha на трећој и четвртој години и почетком пролећне жетве, на референтном тлу у просјеку 11.73 t/ha, где се принос значајно разликује од године производње и густине садње. Принос мискантуса зависи од климатског и едафичног фактора локације, генотипа мискантуса и примењених агротехничких мера, а поређење резултата је тешко јер су добијене под различитим експерименталним условима. Ипак у главне предности примене ове биљке треба на уму имати најмање два еколошка аспекта: садњом се потискује развој корова и садржај угљеника (С) је око 46% што, у зависности од микробиолошке активности земљишта, може допринети повећању плодности током неколико година и допринети смањењу производње гасова стаклене баште. Када се разматра животни циклус као целина, мискантус има значајне предности у односу на угаљ и природни гас са аспекта биланса CO₂ по kVh генерисану енергију чак и када се сагорева у конвенционалним електранама парне турбине и може значајно допринети ублажавању климатских промена.

Основне слабости које се приписују узгоју ове биљке у оквиру спроведеног истраживања су релативно ниски приноси на око 1,66 t/ha годишње за обрадиво земљиште; 0,69 t/ha годишње за јаловишта на површинским коповима и 0,17 t/ha годишње на депонији пепела и шљаке. Микробиолошка заједница и њена активност су ниска у јаловишту. Ово се може превладати интензивнијим агро-техничким мерама на одлагалиштима и одлагању пепела, уз примену муља или отпадних вода из система за пречишћавање воде лоциране у Колобари.

Главни трошкови ремедијације тешких метала укључују степен загађења, ниво еколошких стандарда који морају бити испуњени, па локална заједница са одговарајућом техничком инфраструктуром еколошке стандарде мора одржавати на одређеном нивоу. У том погледу, веома је важно успоставити квалитетну коорелацију између накнаде и уложених средстава у технике ремедијације. Ово у првом реду зависи од националних прописа и њихове примене. У неким случајевима, ови трошкови су толико високи да власници земљишта одустају од ремедијације. Ово је нарочито случај у РБ Колубара када је степен загађења низак до умерено контаминиран тј. када је испод МДК и /или вредности ремедијације прописане прописима тада се примењује фиторемедијација као могуће решење, с обзиром на ниску инвестицију. Производња биоенергетских усева на контаминираним земљишту може бити економски подстицај за фиторемедијацију ових локација, уз обезбеђивање земљишта које се не такмиче за производњу хране, смањивање употребе фосилних горива, стварање могућности запошљавања и смањење ризика ширења загађујућих материја са ниских или умерено загађене локације. Ово су управо могућности за садњу мискантуса на подручју Колубаре.

Улагања у плантажу производње мискантуса су највиша у првој години производње крошње и износе у ЕУР: за сировине тј. за 10 000 комада ризома / ха = 1500, еура, ђубриво 0,40/кг x 150 кг/ха = 60, хербицид 60.2; за конвенционалну прераду земљишта (орање, припремање семена, ђубрење, садња, узгој) 195 или укупно 1815 ЕУР/ха директних трошкова. У случају Колубаре, само на обрадивом тлу се може очекивати економски исплатива инвестиција на плантажу мискантус на основу директних погодности (претње за одлагање јаловине и пепела). Примена интензивних агротехничких мера може повећати приносе на јаловини и евентуално на депонијама пепела на 10 т/ха, што се сматра лимитом економичности (Претње). Међутим, вредност екосистема која се значајно повећава имобилизацијом тешких метала у подлоги, спречавање ерозије ветром и значајно смањење производње гасова који изазивају ефекат стаклене баште током сагоревања биомасе у односу на лигнит овде се не рачунају. Такође, коришћење биомасе након фиторемедијације је ограничено због недостатка знања о емисијама и преношењу загађивача, посебно за тешке метале што се такође убраја у претње за узгасјање ове културе на девестираним подручјима ТЕ Колубаре.

Други значајан сегмент сагледавања могућих ЕРМ решења у циљу минимизације штетних материја и њиховог утијаја на животну средину у непосредној околини термоелектрана у првој и другој зони девестираности површина јесте економски приступ тј. приступ чија се ЕРМ решења заснивају на економији ресурса.

Концепт вредновања девестираних подручја као природних ресурса са економског аспекта може се сврстати у следеће категорије:

» природна богатства,

- » обновљиви и необновљиви ресурси,
- » животна средина и
- » земља у смислу производног фактора.

Када се било која категорија природног капитала подвргне економској активности, она у економском смислу постаје ресурс. Иначе, ресурс представља широк појам који се односи на природну датост добара живе и неживе природе: земљиште, руда, шуме, вода, ваздух, биљни и животињски свет. Ресурс подвргнут човековој оцени уз значење вредности, постаје резерва, а у економском смислу резерва представља економско исплатив део за експлоатацију.

Када се одлучује о употреби природних вредности, треба водити рачуна о опортунитетном трошку, односно о идентификацији и вредновању екстерних ефеката. Опортунитетни трошак наине, представља изгубљену добит у будућности (*ако је изгубљена добит ниска, друштвени трошак екосистема није висок*). У том случају вредност природних ресурса може да се изрази као правило маргиналног опортунитетног трошка (МОТ), односно збира маргиналног трошка екстракције (МТЕ) (*нерационалне експлоатације која у случају минерални сировина, подземних вода и др. утиче на смањивање резерви у неком временском периоду*), маргиналног екстерног трошка (МЕТ) (*трошка који одражава квалитет животне средине услед њене екстракције*) и маргиналног корисничког трошка (МКТ) који се односи на лимитираност исцрпљивих ресурса, односно чињенице да екстракција и употреба ресурса данас значи да он није више расположив у будућности.

$$\text{МОТ} = \text{МТЕ} + \text{МЕТ} + \text{МКТ}$$

МЕТ је веома значајна компонента за неке исцрпиве ресурсе као што су угаљ, нарочито ако се узме у обзир утицај његовог сагоревања на климатске промене. У случају подземних вода она може да се изрази кроз нерационалну експлоатацију која може да утиче на сам квалитет воде која се експлоатише. Наине, постоји низ фактора који у току експлоатације доводе до промена почетног квалитета изданских вода у условима дуготрајне експлоатације, као што су начин формирања изворишта и режим њене експлоатације. Стабилност квалитета изданских вода у сваком случају има на првом месту економски фактор, јер управо то одражава трошкове везане за потребан физичко-хемијски третман захваћених изданских вода.

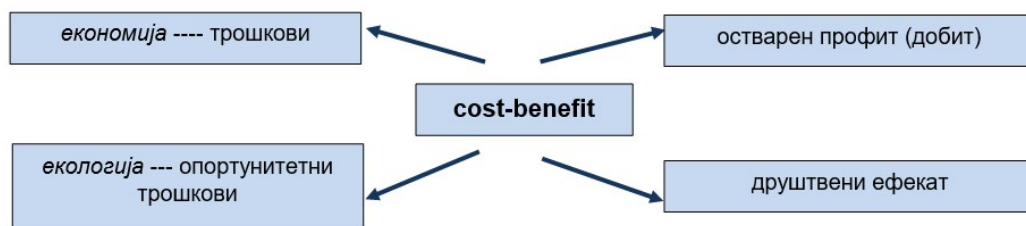
Маргинални кориснички трошак (МКТ) ће имати одраза у цени ресурса, под условом да постојећа тржишта одражавају будућу оскудицу.

Природни ресурси као композитно добро представља укупну вредност природних ресурса и може се представити као збир употребних и неупотребних вредности. Употребне вредности произилазе из текуће употребе ресурса, а обухватају директне употребне вредности као што су комерцијални садржаји и функционалне услуге које представљају индиректне употребне вредности, које екосистеми као функционална услуга обезбеђују (*заштита од поплава, станишта, проширивање ланца исхране, подземна вода као самопречишћивач контаминената у одређеним условима, благодети које подземна вода даје као што је извор здраве воде за пиће...*). С друге стране, екосистему су својствене и неупотребне вредности. Оне обухватају опционе вредности,

као облик опције коришћења екосистема у будућности, а представљају израз преференције и спремности да се плати за заштиту у корист уживања појединца у будућности. Егзистенцијалне вредности су такве неупотребне вредности које постоје али нису везани за постојеће употребе екосистема. Њихове преференције се изражавају у виду симпатије појединца.

Као закључак може да се изведе констатација да, приликом одлучивања о алокацији природних добара морају да се узму у обзир све њихове вредности. У даљем тексту приказаће се методе и технике вредновања, које у одсуству тржишта квантификују вредност природних добара. Дакле, методе вредновања представљају саставни елемент механизма алокације природних вредности...

У политици заштите животне средине, вредност природних ресурса покушава да се објасни такозваном cost-benefit анализом. Она се јавља као могући друштвени и економски критеријум алокације ресурса у одређеним делатностима, а ослања се на идентификацију и квантификацију трошкова и ефеката једне активности. То се може најбоље приказати следећим илустративним примером, повезујући економске и еколошке критеријуме у неком процесу производње:



Слика 39. Алгоритам „cost-benefit“ анализе
Нацртано према извору доступном на: <https://slideplayer.com/slide/2543307/>

Главни акценат ове анализе је базиран на интересима и преференцијама целокупног друштва, па је због тога концепт економског профита супституиран концептом друштвених ефеката, а уместо концепта трошкова ставља се концепт опортунитетног трошка. Друштвени ефекат се може изразити и преко спремности друштва да плати благодети које животна средина даје у будућности, односно да се сачува вредност природних ресурса и за будуће генерације у случају њене екстракције или неке друге делатности. Наиме, cost-benefit анализа тежи да уместо класичног економског максимизирања профита, тежи да максимизира друштвене ефекте, односно опште благостање друштва у целини.

Различити су приступи одређивања вредности природних добара, као и покушај њихове валоризације односно, вредновања путем одређивања оптималне цене њихових коришћења. Помоћу њих покушавају да се избегну екстерни трошкови или екстерналије, које представљају онај трошак који осећају они који нису непосредно укључени у економским трансакцијама које их изазивају. Такође цео поступак економско-еколошке приче има за циљ да путем одређивања вредности природних добара, њиховом валоризацијом и алокацијом учини цео систем одржив, односно да заштити животну средину.

Кроз емпиријска и теренска истраживања у раду на основу мерења и оцењивања квалитета земљишта, воде и ваздуха уређена је контрола утицаја депоније пепела ТЕ Колубара на земљиште. Урађене су анализе пепела са депоније и 18 узорака земљишта и извршена је контрола плодности и садржај укупних и приступачних облика тешких метала и потенцијално штетних елемената са аспекта одређивања утицаја депоније пепела и шљаке на околно земљиште. При томе су узети у обзир сви потенцијални извори загађивања и релевантни параметри који су за њих везани. Зоне узимања узорака су дефинисане у зависности од удаљености од депоније.

Укупно је одређено четири зоне узорковања (*три зоне утицаја и једна контролна зона*) и то:

- » зона утицаја 1 – до 1 km удаљености од депоније,
- » зона утицаја 2 – 1-3 km удаљености од депоније,
- » зона утицаја 3 – 3-5 km удаљености од депоније и
- » ван зоне утицаја – представља контролу на удаљености већој од 5 km од депоније.

На узетим узорцима су извршене следеће анализе: физичке особине земљишта, хемијске особине земљишта, реакција земљишта, садржај хумуса, садржај укупног азота и органског угљеника у земљишту, садржај нитратног и нитритног јона, садржај лакоприступачног фосфора и калијума.

Показатељи и резултати наведених параметара су се кретали се са мањим одступањима у односу на дозвољене границе. Садржај тешких метала и других токсичних елемената у пепелу и земљишту се кретао у уобичајеним концентрацијама и испод граница МДК и то за: хром (Cr), кадмијум (Cd), живу (Hg), арсен (As), бор (B) и гвожђе (Fe). Садржај олова (Pb) у узорцима пепела је био испод граница МДК.

У 2 испитивана узорка земљишта садржај олова (Pb) премашио МДК, али је био нижи од ремедијационе вредности, с тим да је у зони саобраћајница била повећана концентрација (садрже га издувни гасови), али и на земљиштима која су била третирана неким пестицидима. Концентрацијај никла (Ni) у узорцима пепела била је виша од граничне вредности, али знатно нижа од ремедијационе вредности. Садржај никла у 8 узорака земљишта био виши од МДК вредности али нижи од ремедијационе вредности. Нађене повећане вредности никла не могу потврдити утицај емисија загађујућих материја из термоелектране и са депоније пепела већ зависе од геохемијског састава земљишта. Концентрације бакра (Cu) у свим испитиваним узорцима била су ниже од прописане граничне вредности. Садржај цинка (Zn) у испитиваним узорцима пепела био је нижи од прописане граничне вредности (140 mg/kg). Концентрације цинка (Zn) у свим испитиваним узорцима земљишта знатно су ниже од МДК (300 mg/kg). Коментар добијених резултата дат је у односу на максимално дозвољене концентрације (МДК) у земљишту прописане „Правилником о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање.“¹⁰⁴

Према вредностима испитиваних параметара у узорцима земљишта и пепела може се закључити да нису достигнуте вредности које захтевају предузимање ремедијационих мера у складу са „Уредбом о програму систематског праћења квалитета

¹⁰⁴ Сл. гласник РС, бр. 23/94

земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма.“¹⁰⁵

5.5. ЗНАЧАЈ ПРОЦЕНЕ НЕГАТИВНИХ ЕФЕКТА (ШТЕТА) ДО КОЈИХ СЕ МОЖЕ ДОЋИ АКО ЕРМ ПЛАН ИЗОСТАНЕ

Шема поступка за анализу и процену трошкова заштите животне средине може се приказати кроз следећу методологију:

Дефинисање општег циља;

- » Предмет анализе и дефинисање граница система у вези са: Одговорним актерима/ активностима; Изворима утицаја на животну средину; Врстама штете која се анализира, утицај на животну средину на заштићеној имовини; Регионалним, пројектом-везаним границама система, итд.

Начин физичког утицаја - Монетарно вредновање:

- » Опис релевантних утицаја на животну средину;
- » Опис узрока (процена утицаја);
- » Процена економске користи и категорије трошкова;
- » Економска процена добијених промена и користи за људе;
- » Резултати у контексту циља.

Приликом дефиниције општег циља оправданости ЕРМ пројекта неопходно је сагледати опште циљеве и фокусирати се на процену животне средине као што су то на пример друштвени трошкови производње електричне енергије по kWh. Затим је веома важно обезбедити и осигурати квалитетну анализу трошкова и користи о којима је већ било речи. На пример, потребно је по тржиштном принципу вредности проценити на који начин производња ел. енергије утиче на животну средину.

Техничка реализација креирања економских подстицајних инструмената за заштиту животне средине састоји се од низ активности и мера којима се обезбеђује: повраћај екстерних трошкова од одговорности актера, награђивање еко-пријатељског понашања одговорних актера; спровођење подстицајних мера за смањење ризика од еколошке штете у оквиру законодавства заштите животне средине, као и доказивање потребе за акцијом у оквиру политике заштите животне средине.

Други корак у процени оправданости ЕРМ пројекта и заштите животне средине кроз ремедијацију девастираних подручја у непосредној близини ТЕ односи се на анализу и дефиницију граница система који се посматра и проучава. Дакле, у овом случају се предмет анализе одређује у складу са дефинисаним циљем и врши адекватан:

- » Избор учесника и/или активности, тј. врши се селекција актера и свих релевантних извора утицаја на животну средину и релевантне заштићене имовине или врсте штете која се анализира.
- » План граница система, који служи као искључиви критеријум за идентификовање одговорних актера и активности, извора утицаја на животну средину, еколошких утицаја и разматране еколошке штете. Значај дефинисања граница система укључује: простор, пројекат, процес или

¹⁰⁵ Сл. гласник РС, бр. 88/2010

меру, временски оквир за реализацију пројекта, доступне информације и методолошке границе система који се посматра. Дефиниција граница система и повезане претпоставке су важна информација за правилну интерпретацију резултата процене. Такве информације стога треба да буду презентоване у транспарентном облику.

Трећи корак у процени негативног ефекта рада ТЕ блокова на утицај на животну средину усмерен на описивање релевантних извора и њиховог негативног деловања. На пример, количина емисије штетних гасова у ваздух, воду, земљу. Утицај штетних материја на биљни и животињски свет и др. фактори на основу чијег сакупљања се долази до сета свих оних индикатори притиска на животну средину (*нпр. CO₂ еквивалента*). За изворе утицаја на животну средину се одређују одговорни актери или активности. У оквиру овог корака такође је неопходно предузети них економско-еколошких анализа. У економским анализама се користе два приступа за одређивање одговорних актера извора утицаја на животну средину, метод „одозго-на-доле“ и метод „одоздо-на-горе“. Метод „одозго-на-доле“ се заснива на моделовању макроекономских односа између економских активности и загађења животне средине. За овај приступ, одговорни актери су груписани (*нпр. привредни сектори на основу улазно-излазног система*).

Захваљујући вези између привредних активности и емисија, могу се извући закључци о еколошки релевантним променама у загађењу животне средине у зависности од степена и структуре економског развоја.

Метод „одоздо-на-горе“, на којем се такође заснивају смернице анализе утицаја, прати загађење животне средине дуж физичког пута утицаја од извора до рецептора и извлачи закључке о променама користи за људе. Ово чини метод „одоздо-на-горе“ погодним за проблеме који захтевају процену еколошке штете за специфична подручја.

Узроци или процена утицаја на животну средину је веома важна и у основи је сваке стратегије. Извори утицаја на животну средину (*активности које утичу на животну средину*) описују се везано за њихов потенцијални утицај и очекиване нежељене ефекте. У овом кораку важно је обратити пажњу на:

- » регионалну и временску различитост;
- » узрок - ефекат са тачке гледишта природних наука.

Претпоставке или модели који се користе треба да буду објављени како би се омогућило одговарајуће тумачење вредновања резултата (*транспарентност информација*). Пример узрока и процене утицаја појединих штетних активности у оквиру рада ТЕ дата је у наредној табели.

Табела 36. Пример проблема животне средине и одговарајућих релевантних извора утицаја на животну средину

ПРИМЕР ПРОБЛЕМА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ОДГОВАРАЈУЋИХ РЕЛЕВАНТНИХ ИЗВОРА УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	
Еколошки проблем	Могући релевантни извори
Локални ниво	
Проблеми буке	Емисије буке
Мириси који изазивају сметње	Емисије загађивача ваздуха
Загревање земљине површине	Заптивање земљишта
Опасност од пожара	Складиштење опасних супстанци за пожар
Загађење подземних вода	Складиштење супстанци опасних за воду
Регионални ниво	
Фотохемијски смог	Емисије испарљивих органских једињења
Закисељавање земљишта	Емисија ацидионих загађивача ваздуха
Закисељавање воде	Емисија ацидионих загађивача ваздуха
Еутрофикација земљишта	Емисије загађујућих материја за еутрофикацију
Еутрофикација воде	Унос нутријената и штетне супстанце у води
Токсичност за људе/дисање ланац исхране	Емисије загађивача ваздуха токсичних за људе и загађујуће материје акумулиране у ланцу исхране
Терестична (земљана) екотоксичност	Емисија еколошких загађивача у ваздуху
Водена екотоксичност тела	Унос еколошких загађивача у водна тела
Губитак природних станишта	Одузимање земљишта
Супра-регионални / глобални ниво	
Ефекат стаклене баште	Емисија климатских гасова
Исцрпљивање ресурса	Коришћење обновљивих и необновљивих ресурса
Статосферична оштећења озонског омотача	Емисија супстанци штетних за озонски омотач
Сметња због обима саобраћаја	Саобраћајна бука
Фрагментација пејзажа	Коришћење зоне (индустријске зоне, саобраћај)

Даљи процес сагледавања значаја ЕРМ плана којим би се смањило утицај негативних последица деловања антропогених фактора подразумева додељивање

економске користи и категорију трошкова за тачно одређењу географску локацију и њену експлоатацију. Другим речима, неопходно је извршити вредновање свих ефеката чији ланац утицаја утиче на корист за привредне субјекте. Онда је потпуно природно, обавезно и морално да се и ти привредни субјекти морају укључити у неку од категорија економске процене. Овај корак представља важну везу између научне процене и економске процене.

У том процесу, следеће категорије могу послужити као водич:

- » Директно оштећење од појединачних користи, нпр:
- » Губитак рекреативне и културне користи од пејзажа или воде за купање;
- » Здравствено штетни ефекти, нпр. акутне кардиоваскуларне болесит;
- » Умањење квалитета живота, нпр. буком;
- » Оштећење приватних добара, нпр. оштећења фасада зграда због загађења ваздуха или штета проузрокована поплавама.
- » Умањење вредности од производње добара и услуга, нпр: губитак у пољопривредним приносима због смањене продуктивности земљишта; губитак у рибљим приносима због повећаног загађења вода; губитак приноса у шумарству; повећање трошкова производње због трошкова лечења (нпр. трошкови третмана воде за индустријску употребу); смањена продуктивност рада због болести везаних за животну средину.

Такође, у обзир се морају узети и она оштећења која нису директно распоређена али ипак доводе до трошкова за целу националну економију, нпр: смањење стопе допуне подземних вода; смањење капацитета самопречишћавања природних вода; оштећење материјала јавних објеката и споменика; трошкови истраживања, развоја, планирања, контроле и имплементације циљева и стандард квалитета животне средине.

Треба укључити не-употребну вредност. Ово важи пре свега у завештању вредности, што указује да је нетакнуто окружење вредно да се сачува за будуће генерације, као и у смислу визије одрживог развоја. Зато је битно да се не занемаре ове вредносне категорије, нарочито у случају еколошке штете која је изазвана данас, али ће довести до губитака у далекој будућности.

У шестом кораку, резултат процене еколошке штете процењује се у новцу. У том циљу, треба следити следеће појединачне кораке:

- » Оштећење употребних вредности мора бити убачено у економске трошкове или комуналне категорије;
- » То може бити од значаја за економску процену да ли квантификовани циљеви квалитета животне средине, еколошки акциони циљеви или еколошки стандарди - постоје у погледу разматраних извора утицаја на животну средину и/или утицаја саме животне средине. Ако се ови циљеви користе као аршин за процену, треба да буду описани;
- » Одабрати праву методу економске процене за категорије трошкова и користи које треба да се процењују.
- » Постоје неке врсте штете које се могу проценити само комбиновањем две или више метода. Ово укључује ризик од двоструког бројања (прецењивање);

- » Нормативне претпоставке економске процене (попусти, ризици итд) треба описати и образложити;
- » Препорука - извршавање прорачуна осетљивости како би се указало на зависност од резултата на претпоставке;

Такође је важно истаћи које врсте штете по животну средину не могу бити подвргнуте економској процени. Степен таквих ефеката треба да постоји у квалитативном смислу.

Презентација и тумачење резултата представља завршни корак у спровођењу плана ЕРМ решења. У оквиру овог корака важно је да се на квалитетан и крајње систематизован начин објаве резултати и њихова презентација. Приказивање резултата ЕРМ решења треба представити одвојено према врстама штете, као и према различитим методама процене. Сваки метод провене потребно је детаљно и експлицитно описати. Такође у процени резултата веома је важно да ли се процене односе на трошкове за смањење штете, трошкове избегавања еколошке штете, или трошкове избегавања/могућности. При тумачењу резултата, треба да буду узети у обзир следећи аспекти:

- » Интерпретација резултата за потребе проблема који је разматран;
- » Разврстана презентација резултата (према врстама штете, групи одговорних актера, итд);
- » Процена колико су комплетно обухваћене врсте штете у контексту циља;
- » Опис и квалитативно представљање ефеката који нису подвргнути економској процени;
- » Презентација примењених аршина (циљева као оквир за процену) и приступа процени;
- » Утицај претпоставки на резултат (резултати анализа осетљивости, нпр. за различите дисконтне стопе, за различите циљеве ако се примењује приступ стандардне цене);
- » Опис варијације у распону од процене, наводећи потврђене доње границе.
- » Економска процена еколошке штете представља последњи корак у анализи и приказује широк спектар утицаја на животну средину на истој основи, односно према новчаним јединицама.

5.6. АКЦИОНИ ПЛАН ЗА СПРОВОЂЕЊЕ *BROWNFIELD* ЛОКАЦИЈА ЈП ЕПС СА ПРЕДЛОГОМ МЕРА ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ

I ДЕО: СТРАТЕШКЕ ИНИЦИЈАТИВЕ И АКЦИЈЕ

ИНИЦИЈАТИВА 1. Јачање комуникације и контаката између заинтересованих страна

Акција 1.1: Дефинисање циљева програма *brownfield* локација

Акција 1.2: Консолидација ресурса и инструмената на располагању ради промоције оцењивања, чишћења и трајне поновне употребе *brownfield* локација

Акција 1.3: Припрема каталога са опцијама за обнову *brownfield* локација

ИНИЦИЈАТИВА 2. Обезбеђивање циљне подршке путем формирања *brownfield* експертног тима

Акција 2.1: Формирање *brownfield* експертног тима

Акција 2.2: Истраживање могућности за техничку помоћ *brownfield* донација

Акција 2.3: Развијање Водича за најбољу праксу

ИНИЦИЈАТИВА 3. Истраживање и евалуација *brownfield* локација како би се олакшала њихова ревитализација

ИНИЦИЈАТИВА 4. Стварање партнерства за промовисање инвестиција и одрживо коришћење *brownfield* локација

Акција 4.1: Промовисање одрживости и одрживе праксе *brownfield* локација

Акција 4.2: Покретање и подршка програма пројеката „Екоремедијациони план *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС“

Акција 4.3: Подршка за поновну употребу *brownfield* од власника малих предузећа

Акција 4.4: Пилот пројекти и промоција више оптималних *brownfield* техника ревитализације

Акција 4.5: Сарадња са Агенцијом за заштиту животне средине у циљу промовисања иницијатива

Акција 4.6: Промовисање примера добре праксе кроз серију сесија о *brownfield* локацијама

У оквиру стратешких активности акционог плана важно је обезбедити и:

1. **Јачање комуникације и контаката између заинтересованих страна**
2. **Циљну подршку путем формирања *brownfield* експертног тима**
3. **Истраживање и извршавање евалуације *brownfield* локација како би се олакшала њихова ревитализација**
4. **Стварање партнерства за промовисање инвестиција и одрживо коришћење *brownfield* локација**

Иницијатива 1. Јачање комуникације и контаката између заинтересованих страна

Док је генерални *brownfield* програм остварио признање, елементи програма нису тако познати широм интересних група. Заједнице нису свесне која су расположива средства/алати за решавање ове врсте имовине. Развој и спровођење циљане комуникације и промовисање акционог плана за програм *brownfield* локација ће повећати свест о алатима и средставима која су на располагању. Овај приступ се мора градити на интензивној сарадњи више учесника, међу којима су најзначајнији наручиоци ЕРМ решења, компаније које поседују искуства у реализацији и спровођењу ЕРМ активности, поуздана и квалитетна мерења која су релевантна за ревитализацију *brownfield* локација. Овај план обухвата следеће радње:

АКЦИЈА	НАЗИВ АКЦИЈЕ	ОПИС АКЦИЈЕ
1.1.	Дефинисање циљева програма <i>brownfield</i> локација	Потребно је разјаснити специфичне циљеве за програм <i>brownfield</i> локација и успоставити механизме да се реализују ови циљеви за побољшање, чишћење и касније ревитализацију контаминираних локација. Комуникација може укључити брошуре, билтене, извештаје и примере добре праксе на веб сајту . Прилагођено према специфичним циљним групама (<i>нпр државе, локалне заједнице, инвеститори, мали бизнис</i>), ови производи ће подићи свест о циљевима програма и ресурсним потенцијалима <i>brownfield</i> локација .

1.2.	<p>Консолидација ресурса и инструмената на располагању ради промоције оцењивања, чишћења и трајне поновне употребе <i>brownfield</i> локација</p>	<p>Такви ресурси и средства могу се наћи у разним програмима који се баве <i>brownfield</i> локацијама и другим санацијама и/или ревитализацијским активностима. Консолидација ресурса у централној локацији (база података на веб сајту) ће олакшати да се идентификује потреба за новим алатима и ресурсима који могу бити од вредности за <i>brownfield</i> заинтересоване стране.</p>
1.3.	<p>Припрема каталога са опцијама за обнову <i>brownfield</i> локација (веза – Иницијатива 3.)</p>	<p>Неопходно је идентификовати више опција за <i>brownfield</i> локације и развити каталог ресурса како би се приказала потенцијална поновна употреба. Каталог ће уважити примере успешне ревитализација <i>brownfield</i> локација, укључујући и одржива или "зелена" чишћења и стратегију поновне употребе. Каталог ће омогућити заинтересованим странама да одреде најкорисније оствариве употребе <i>brownfield</i> локација у својим заједницама.</p>

Иницијатива 2. Обезбедити циљну подршку путем формирања *brownfield* експертног тима

Браунфилд локације представљају јединствене изазове за програме обнове. Многе од ових локација су мале и широко распрострањене по целој заједници и географским регионима. Са јединственим изазовима загађења неопходно је да се оформи *brownfield* експертни тим, који је потребан за анализу, процену, и израду пројекта за поновну употребу ових ресурса. Сарадња са локалним ентитетима ће такође помоћи да се боље разуме природа и обим проблема имплементације *brownfield*. Да би се задовољиле потребе, овај план обухвата следеће радње:

АКЦИЈА	НАЗИВ АКЦИЈЕ	ОПИС АКЦИЈЕ
2.1.	<p>Формирање <i>brownfield</i> експертног тима</p>	<p>Јаснија идентификација представника ЕПС-а о тиму запослених који ће у сарадњи са истраживачким кућама обезбедити квалитетан <i>brownfield</i> експертни тим и служити као контакт тачка у оквиру ЕПС-а, као и спољним заинтересованим странама. Успоставити јединствену контакт тачку, која ће помоћи актерима, повезујући их са одговарајућим стручњацима и расположивим ресурсима како би помогли у превазилажењу</p>

		препрека за ревитализацију и поновну употребу <i>brownfield</i> локација.
2.2.	Истраживање могућности за техничку помоћ <i>brownfield</i> донација и удружених консултантских тимова са циљем остваривања <i>brownfield</i> напора ЈП ЕПС	ЈП ЕПС ће настојати да подстакне консалтинг подршку тимовима да своје услуге ставе на располагање <i>brownfield</i> пројектима ревитализације, који се суочавају са јединственим изазовима. Тимови ће помоћи у: планирању теренских активности, идентификацији стратегије поновне употребе, изради планова за санацију.
2.3.	Развијање Водича за најбољу праксу да се помогне заједницама које желе да развију <i>brownfield</i> локације	Ослањајући се на искуства из успешних пројеката истаћи ће се смернице о томе како да се балансира између имовинских интереса са потребама заједнице и крајњих корисника <i>brownfield</i> локација. Конкретно, способности да препознају ове локације, у контексту околних коришћења земљишта, ће побољшати координацију између <i>brownfield</i> иницијатива и текућих напора заједнице за обнављањем. Водич ће обезбедити практичне алате и савете и биће корисан за заинтересоване стране како на државном и локалном нивоу, тако и у приватном сектору.

Иницијатива 3. Истражити и извршити евалуацију *brownfield* локација како би се олакшала њихова ревитализација

Brownfield локације које су „неочишћене“ представљају пропуштену прилику за економски развој и унапређење квалитета живота локалног становништва. Чишћење и реактивирање таквих локација може претворити очигледан проблем у добит. Обновљен *brownfield* може да стимулише економију, сачува зелене површине и обезбеди прилику за обнову околине.

Најчешће препреке за реактивирање ових подручја су одговорност која се преузима за њихово чишћење, као и неизвесност трошкова везаних за деконтаминацију. *Brownfield* локације могу нашкодити људском здрављу и „здрављу“ околине, ограничити раст запослености, економски развој и пореске приходе, смањити вредност околних некретнина и повећати стопу криминала. Град може да обнови активну употребу ових подручја, повећа запосленост и пореске приходе, ублажи бриге о јавном здрављу и заштити здравља, као и да побољша слику заједнице. На основу многих истраживања, већ је утврђено да Србија има добар национални оквир за решавање проблема *brownfield* локација. Данас, са фокусом на одрживом развоју, јављају се нове прилике.

АКЦИЈА	НАЗИВ АКЦИЈЕ	ОПИС АКЦИЈЕ	
		АСПЕКТИ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ	ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ
3.1.	Систематизација података	Анализа постојећег просторног плана	Анализа тренутне ситуације, обрада доступних података (ниво и јачина контаминације)
		Потреба будуће намене Попис и опис појединачних локација у индустријској зони Идентификација у географском информационом систему и прибављање документационе основе пређашњег стања GIS позиционирање	Еколошки статус појединачних локација у оквиру пројектног обрасца и прописаног садржаја Прибављање документационе основе пређашњег стања за одређивање еколошког профила локација и оцену актуелног еколошког стања
		Комуникација и консултације са заинтересованим странама око концепта развоја и доступних података у вези заштите животне средине	

?

АКЦИЈА	НАЗИВ АКЦИЈЕ	ОПИС АКЦИЈЕ	
		АСПЕКТИ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ	ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ
3.2.	ЕРМ пројекти	<p>Утврђивање претходних развојних концепата и процена оправданости различитих варијанти</p> <ul style="list-style-type: none"> • циљеви • приоритет и 	<p>Анализа могућих утицаја на животну средину са предлогом мера заштите и мониторинг планом на нивоу претходне студије оправданости</p>
		<p>Утврђивање конкретних циљева санације, узимање у обзир постојећих развојних концепата; укључивање заинтересованих страна и утврђивања спремности да се преузму ризици</p>	
3.3.	Студије оправданости	<p>Могућност финансирања и инвестирања варијанти – детаљна процена развојних могућности</p> <p>Идентификација главних заинтересованих страна ("стакхолдерс")</p> <p>Процена добити услед промена у вредности екосистема</p> <p>Дефинисање међусобних права и обавеза садашњих и потенцијалних корисника природних ресурса</p>	<p>Различите варијанте санације и њихова оцена у контексту утицаја на животну средину</p> <p>Дефинисање уже и шире зоне примене ЕРМ плана</p> <p>Процена свих релевантних вредности природних ресурса (директних, индиректних)</p> <p>Процена негативних ефеката (штета) до којих можедоћи у случају да се ЕРМ план не спроводи</p>
		<p>Варијанта ревитализације и санације детаљно се планира, трошкови подробно израчунавају; јавност се обавештава о методологији избора</p>	
3.4.	Мере имплементације	<p>Извођење радова на ревитализацији локације</p>	<p>Спровођење санације локације и праћење резултата</p>

Иницијатива 4. Стварање партнерства за промовисање инвестиција и одрживо коришћење *brownfield* локација

Изазови убрзавања и проширења ревитализације *brownfield* локација захтева:

- » сарадњу и формирање *brownfield* експертног тима;
- » стварање нових и ојачаних партнерава;
- » стварање нових приступа и модела за процену, чишћења, и одрживу поновну употребу *brownfield* локација.

Таква сарадња свакако подразумева координацију међу државним, локалним и приватним нивоима преко креирања нових приступа и модела санације, ревитализације *brownfield* локација, и програма економског развоја.

Партнерство треба да обухвати државне и приватне компаније. Таква партнерства могла би да промовишу координацију регулаторних програма, смањење броја административних процедура, као и анализу за реализовање мултифункционалних решења и поделу ризика. Поред тога, јавно-приватна партнерства би могла више следити развој „јавног интереса“.

Природа *brownfield* локација указује на то да постоје могућности за јединствена партнерства у циљу поновног развоја активности на овим локацијама. Може се проширити круг партнерства и успоставити још ефикаснији модели за *brownfield* ревитализацију. Овај план обухвата следеће радње како би се створила партнерства и промовисала улагања у *brownfield* локације:

АКЦИЈА	НАЗИВ АКЦИЈЕ	ОПИС АКЦИЈЕ
4.1.	Промовисање одрживости и одрживе праксе <i>brownfield</i> локација	Промовисање одрживости кроз <i>brownfield</i> програме. Таква промоција укључује представљање пилот пројеката . Таква пажња ће ојачати постојеће партнерство и иницијативе за паметан раст. Промовисање "зелених технологија" које су и енергетски ефикасне и еколошки прихватљиве. Консултације са својим акционарима и развијање додатних алата, ресурса и партнерава које подстичу одрживе праксе (нпр. зелени развој).
4.2.	Покретање и подршка програма пројеката "Екоремедијациони план <i>brownfield</i> инвестиционих локација ЈП ЕПС"	Подршка да се отворе нове пројектне иницијативе подразумева неколико јединствених партнерства, са компанијама, непрофитним организацијама и организацијама у области очувања животне средине. У настојању да се додатно употребе прилике, ова акција ће промовисати трансформацију <i>brownfield</i> локација.
4.3.	Подршка за поновну употребу <i>brownfield</i> локација	Кроз теренске активности и партнерства , промовисаће се поновна употреба <i>brownfield</i> локалитета
4.4.	Пилот пројекти и промоција више оптималних	Развијање јавно-приватног партнерства са заинтересованим субјектима у приватном сектору, заједницама, економски развој и планирање у

	<i>brownfield</i> техника ревитализације	заједници. Циљ партнерства би био да се истраже технике за ефикасну и исплативу процену, чишћење и мониторинг <i>brownfield</i> локација . Заједнице у којима се ове локације налазе имаће користи тако што ће им се омогућити поновна употреба <i>brownfield</i> локација. Државни и локални регулатори ће имати прилику да прикажу своје административне и техничке процесе и тестирају нове технике и приступе за процену и чишћење ових локација. Резултати и научене лекције из ових пројеката биће промовисане свим заинтересованим странама за <i>brownfield</i> локације.
4.5.	Сарадња са Агенцијом за заштиту животне средине	Еколошки одговорна поновна употреба и иницијатива ревитализације <i>brownfield</i> локација има за циљ да промовише одрживи развој. Иницијатива се ослања на јака партнерства с циљем промовисања еколошки супериорног развоја.
4.6.	Промовисање примера добре праксе кроз серију сесија о <i>brownfield</i> локацијама	Разни механизми ће бити на располагању како би се олакшала сарадња између државног, јавног и приватног сектора. Организовање и спровођење сесија ће помоћи да се изгради растућа мрежа потенцијалних <i>brownfield</i> инвеститора и експертних тимова и да се створе модели за одрживу праксу ревитализације <i>brownfield</i> локација.

II ДЕО: МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

У оквиру овог дела неопходно је дефинисати адекватне податке који се односе на све објекте ЈП ЕПС-а у којима је неопходно извршити програм екоремедијације и санације. Податке о локација треба на систематизован и јединствен начин обрадити и окарактерисати. За то се предлаже формирање матрица у којим би се нашли одговарајући подаци о:

1. Просторним параметрима
2. Идентификационим параметрима
3. Параметрима реактивације
4. Ограничавајућим параметрима
5. Акционим планом *brownfield* инвестиције

ТЕНТ А - МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Огранак ТЕНТ
1.2	Назив	Организациона целина ТЕНТ А
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	433325
	Y	4946772
1.4	Надморска висина	77м
1.5	Геолошки састав земљишта	Алувијални наноси
1.6	Близина насеља	Уровци 1,6 km Обреновац 3 km
1.7	Близина изворишта	Вић бара - Забрежје - 5 км
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
	• ИТ мрежа	Да
1.9	Близина културно-историјских споменика	
1.10	Близина природних добара	Заштићено подручје "Обреновачки забран" 6,5 km
1.11	Остале специфичности локације	Налази се на обали Саве

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Индустријско постројење за производњу електричне енергије Одлагање пепела
2.2	Претходни статус	Пољопривредно земљиште
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	Б
2.5	Врста деградације	индустријско загађење загађење пепелом и шљаком
2.6	Квалитативне анализе	постоје не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Врше се континуална осматрања квалитета пепела, земљишта, ваздуха, подземних и површинских вода

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Постоји техничка документација
3.2	Просторна и планска документација	Просторни план Републике Србијеи планови нижег реда
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Термоелектрана у раду
3.5	Процењена инвестициона вредност	
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Модернизација технолошког процеса производње електричне енергије, модернизација пречишћавања димних гасова, модернизација система управљања отпадом, рекултивација пепелишта и јаловишта
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	
3.11	Економска валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	Близина пепелишта насељима Кртинска и Уровци
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Парцијално индустријско загађење (загађење никлом, хромом, арсеном итд) Загађење узроковано одлагањем пепела и шљаке (тешки метали, нитрати, нитрити, хлориди итд)
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	Постоје 3 касете пепелишта: једна активна, а две рекултивисане и затрављене
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	Земљиште угрожено у зонама девастације уљима (индустријски колосеци, мазутна станица, складиште мазута и сл)
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана транспортом и припремом основне сировине, отпадним материјама, одлагањем пепела и шљаке

4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Локалитет ТЕНТ "А" ни у екстремним поплавама 2014. г. није био поплављен. Основне емисије у воде су рН, амонијум јон, нитрити, нитрати, хлориди, сулфати, суспендоване материје, укупни азот, феноли, цинк, бакар, арсен, минерална уља, НРК и ВРК ₅
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Емисије и имисије загађујућих материја имају велики утицај на животну средину због присуства тешких метала и штетних једињења (оксиди азота, SO ₂ , CO, HF, H ₂ S) у димним гасовима
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	Као индустријско постројење са израженим емисијама има значајан утицај на биодиверзитет, посебно у правцу дувања ветрова. Запажено је обољење листова код различитих врста биљака (бели бор, дуња, култивисане врсте)
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Постројење има статус ИРПС постројења
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу Пепелишта врше континуирану деградацију подземних вода
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

ТЕНТ Б - МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Огранак ТЕНТ
1.2	Назив	Организациона целина ТЕНТ Б
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	421123
	Y	4945132
1.4	Надморска висина	78,5м
1.5	Геолошки састав земљишта	Алувијални наноси
1.6	Близина насеља	Ушће 2,7 km Скела 4 km
1.7	Близина изворишта	-
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
• ИТ мрежа	Да	
1.9	Близина културно-историјских споменика	
1.10	Близина природних добара	
1.11	Остале специфичности локације	Налази се на обали Саве

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Индустријско постројење за производњу електричне енергије
2.2	Претходни статус	-
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	Б
2.5	Врста деградације	индустријско загађење
2.6	Квалитативне анализе	<u>постоје</u> не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Врше се континуална осматрања квалитета земљишта, ваздуха, подземних и површинских вода

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Усаглашено са свим плановима нижег реда
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Термоелектрана у раду
3.5	Процењена инвестициона вредност	
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Модернизација технолошког процеса производње електричне енергије, модернизација пречишћавања димних гасова, модернизација система

		управљања индустријским отпадом, рекултивација пепелишта и јаловишта
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	
3.11	Економска валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Парцијално индустријско загађење (загађење никлом, хромом, арсеном итд)
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	Земљиште угрожено у зонама девастације уљима (индустријски колосеци и сл)
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана транспортом и припремом основне сировине, отпадним материјама и сл.
4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Локалитет ТЕНТ "Б" ни у екстремним поплавама 2014. г. није био поплавлjen. Подземне воде на локалитету постројења нису угрожене радом постројења.
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Емисије и имисије загађујућих материја имају велики утицај на животну средину због присуства тешких метала и штетних једињења (SO ₂ , CO, N) у димним гасовима
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	Као индустријско постројење са израженим емисијама има значајан утицај на биодиверзитет, посебно у правцу дувања ветрова. Запажено је обољење листова код различитих врста биљака (бели бор, дуња, култивисане врсте)
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Постројење има статус IPPC постројења
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

ТЕ КОЛУБАРА – МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Велики Црљени
1.2	Назив	Огранак ТЕНТ, Организациона целина ТЕ Колубара А
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	443842
	Y	4925545
1.4	Надморска висина	95м
1.5	Геолошки састав земљишта	Пескови и глине горњег понта (плиоцен), квартарни шљункови
1.6	Близина насеља	Барошевац, Рудовци, Мали Црљени, Зеоке, Бурово, Медошевац, Стрмово и Пркосава
1.7	Близина изворишта	Водоводни систем Лазаревац Водоводни систем Велики Црљени Водоводни систем Вреоци Водоводни систем Медошевац Водоводни систем Тамнава-Исток 1 и 2 Водоводни систем Каленић - ТЕ-ТО (у изградњи)
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	железничка пруга Београд - Пожега и индустријске пруге Вреоци - Стублине и Рудовци - Вреоци - Велики Црљени
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
	• ИТ мрежа	Да
1.9	Близина културно-историјских споменика	Археолошки локалитети из праисторије (Рудовац и Велики Црљени). Археолошки локалитети из римског перида у Великим Црљенима, Рудовцима и Степојевцу.
1.10	Близина природних добара	-
1.11	Остале специфичности локације	Локалитет се налази у алувиону реке Пештан

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Термоелектрана Пепелишта
2.2	Претходни статус	-
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	А, Б
2.5	Врста деградације	Индустријски објекти Индустријска и рударска загађења
2.6	Квалитативне анализе	постоје не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Врше се континуална осматрања квалитета земљишта, ваздуха, подземних и површинских вода

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Просторни план Колубарског лигнитског басена
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Подручје има средње потенцијале за пољопривреду. Подручје има високе потенцијале за експлоатацију минералних сировина.
3.5	Процењена инвестициона вредност	
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Модернизација технолошког процеса производње електричне енергије, Модернизација пречишћавања димних гасова, Модернизација система управљања индустријским отпадом, Рекултивација пепелишта и јаловишта
3.9	Екоремедијацијске мере	Редизајн процеса рекултивације депоније пепела, развој енергетског шумарства
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	Подручје има низак потенцијал за заштиту природе.
3.11	Економска валоризација након ремедијације	Остаци деградираних шума имају низак потенцијал за шумарство. Потенцијал простора за рекреацију је процењен као низак

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	Напредовање копова узрокује измештање околних насеља
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Није погодно за производњу хране
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	Земљиште угрожено у зонама девастације уљима (индустријски колосеци и сл)
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана транспортом и припремом основне сировине, отпадним материјама, пепелом и шљаком
4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Негативан утицај услед контаминације површинских отпадних вода из помоћних рударских активности услед просипања горива и мазива.
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Емисије/имисије загађујућих материја су предмет редовног мониторинга
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	Уништавањем природне вегетације уништена су и природна станишта многих животиња и птица.
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Постројење има статус ИПШЦ постројења
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

ТЕ МОРАВА – МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Свилајнац
1.2	Назив	Огранак ТЕНТ Организациона целина ТЕ Морава
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	512989
	Y	4896759
1.4	Надморска висина	103м
1.5	Геолошки састав земљишта	Алувијална равна Велике Мораве
1.6	Близина насеља	Свилајнац
1.7	Близина изворишта	
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	железничка пруга Београд - Ниш - Софија ауто пут Београд-Ниш
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
	• ИТ мрежа	Да
1.9	Близина културно-историјских споменика	
1.10	Близина природних добара	-
1.11	Остале специфичности локације	Локалитет се налази око 300 м од реке Велике Мораве

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Термоелектрана Пепелиште
2.2	Претходни статус	пољопривредно земљиште
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	А, Б
2.5	Врста деградације	Индустријска и рударска загађења Пепелиште
2.6	Квалитативне анализе	постоје не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Мере се: прашкасте материје, SO ₂ , NO ₂ и CO ₂ квалитет испуштених отпадних вода контрола радиоактивности мерење буке.

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Планови нижег реда
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Близина путне и железничке инфраструктуре
3.5	Процењена инвестициона вредност	
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Екоремедијација пепелишта Модернизација технолошког процеса производње електричне енергије, Модернизација пречишћавања димних гасова, Модернизација система транспорта пепела и шљаке Рекултивација пепелишта
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	
3.11	Економска валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Пепелиште врличине 45 ха
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	Земљиште угрожено екстремно високим нивоима реек Велике Мораве
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана пепелом и шљаком
4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Негативан утицај услед контаминације површинских и подземних вода полутантима садржаним у пепелу и шљаци
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Регистроване емисије азота (NO _x), сумпор диоксида (SO ₂), угљен монооксида (CO), флуор водоника (HF), хлороводоника (HCl) и прашкастих материја
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Постројење у категорији ИППЦ постројења, елаборат није урађен
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу Посебан проблем представља

		пепелиште у близини Велике Мораве
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

ТЕ КОСТОЛАЦ А и Б - МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Костолац - Пожаревац
1.2	Назив	Огранак ТЕ КО Костолац Организациона целина ТЕ Костолац А
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	513620 (А), 516608 (Б)
	Y	4952210 (А), 4953054 (Б)
1.4	Надморска висина	78м (А), 76м (Б)
1.5	Геолошки састав земљишта	Седименти панона изграђени су од глина, лапораца, пескова, алеврита, шљункова, угљевитих глина и угља У оквиру понтских наслага издвојене су глиновито-песковита серија и глиновита серија са три слоја угља. Доњи плиоцен (Роман) заступљен је на делу истражног простора између понта и кварталних лесних наслага. Изграђен је од кластичних седимената шљунак, песак, алеврит и глина достижући максимално 120 m дебљине
1.6	Близина насеља	Костолац, Дрмно, Кленовник, Брадарац, Ћириковац, Кличевац
1.7	Близина изворишта	Град Костолац снабдева се из изворишта „Ловац“ које је лоцирано у непосредној близини термоелектране Костолац А Водоводни систем Брадарац користи се за водоснабдевање копа Дрмно и села Брадарац Извориште Забела у непосредној близини КПД, Потенцијално извориште Петка, на десној обали Дунавца, дефинисано као будући локалитет за водоснабдевање Костолца и околних насеља.

1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
	• ИТ мрежа	Да
1.9	Близина културно-историјских споменика	Црква Светог Георгија у Старом Костолцу, око 1,8 км северозападно од локације ТЕ-КО Б Рукумија – археолошки објекат из бронзаног доба и манастир, налази се у близини села Брадарац, 5 км јужно од објекта ТЕ Костолац Б. На ужем подручју термоелектране налази се Виминацијум – локалитет у близини села Стари Костолац и Дрмно који представља старо војно и цивилно насеље из римског периода.
1.10	Близина природних добара	-
1.11	Остале специфичности локације	Локалитет се налази непосредно на ушћу реке Млаве у Дунав; ток Млаве је измењен и регулисан за потребе ТЕ

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Површински копови Дрмно и Ђириковац Термоелектране А и Б Пепелишта
2.2	Претходни статус	пољопривредно земљиште
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	А, Б, Ц
2.5	Врста деградације	Површински копови Јаловишта Индустријска и рударска загађења Пепелишта

2.6	Квалитативне анализе	<u>постоје</u>	не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	<p>Врши се редовна контрола загађења ваздуха</p> <p>Испитивање квалитета земљишта се врши два пута годишње у вегетационом и невегетационом периоду</p> <p>Контрола квалитета отпадне воде врши се једном месечно на 19 мерних места, а подземних вода четири пута годишње у 9 пијезометара и то 6 у депонији пепела СКО и 1 и три на новој депонији пепела унутрашње одлагалиште ПК Ђириковац.</p>	

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Просторним планом подручја посебне намене Костолачког угљеног басена; Просторног плана подручја Термоелектране „Дрмно“
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Близина путне и железничке инфраструктуре Близина обале Дунава
3.5	Процењена инвестициона вредност	
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Екоремедијација јаловишта, напуштених површинских копова и пепелишта Модернизација технолошког процеса производње електричне енергије, Модернизација пречишћавања димних гасова, Модернизација система управљања индустријским отпадом, Рекултивација пепелишта и јаловишта
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	
3.11	Економска валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Количине тешких метала (Pb, Cd, As) углавном не прелазе дозвољене вредности за биљни свет. Једино је садржај кадмијума на неким локалитетима (Острово, Кличевац, Стиг) био нешто већи од 1 ppm. Количина укупног олова у испитаном земљишту је доста уједначена и далеко је испод дозвољене вредности. Сумирајући резултате истраживања земљишта може се закључити да испитивано подручје није загађено већином тешких метала. Као израженији полутант се јавља Ni, чији је висок садржај у великој мери условљен геохемијским саставом матичног супстрата, а у два узорка As и Cr.
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	Земљиште угрожено екстремно високим нивоима река Дунава, Млаве и Велике Мораве После киша великог интензитета долази до формирања већих забарених површина које веома дуго егзистирају на површини
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана површинском експлоатацијом угља, језерима формираним за потребе рада ТЕ, пепелом и шљаком и индустријским отпадом

4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Негативан утицај услед контаминације површинских и подземних вода полутантима садржаним у пепелу и шљаци захтева: прихват атмосферских вода које гравитирају радном подручју копа, пре него што га угрозе и одвод у најближе постојеће сталне или повремене водотокове ван граница копа; усмеравање атмосферских вода које директно падну у радно подручје копа до места намењеног за прикупљање истих (водосабирници); одстрањивање прикупљене воде из водосабирника ван радног подручја
-----	--	---

		површинског копа.
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	На основу резултата приказаних у Студији о процени утицаја на животну средину, констатује се да увођење система за одсумпоравање димних гасова има изузетан значај и закључује се да постројење својим радом неће довести до прекорачења граничних вредности прописаних Уредбом
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	Отпадне воде које ће се након пречишћавања на централном постројењу упуштати у реципијент, неће битије утицати на воду Млаве и присутне хидробионте и неће угрозити њен еколошки капацитет. Негативни утицај на терестричну и акватичну фауну је мање изражен, јер се ради о врстама које ће у случају неповољних услова мигрирати тражећи повољније станиште, а створену еколошку нишу заузеће мање осетљиве врсте
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Постројење у категорији ИРРС постројења, Постојећа и будућа одлагалишта пепела, шраке и гипса, због велике површине, изложености ваздушним струјањима и веома ситних честица, могу бити извор емисије таложних материја уколико се не буду предузеле адекватне мере заштите.
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу Посебан проблем представља пепелиште на Старом Костолачком Острву, на обали Дунава, за које је извршена рекултивација, али чији се садржај и даље процеђује у водоток
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	Близина археолошког налазишта Виминацијум (културно добро од изузетног значаја). У случају да се у току археолошког надзора констатују непокретна добра која условљавају обимније радове, размештање или презентацију инвеститор треба да предузме мере заштите према посебним условима које издаје

	Републички завод за заштиту споменика културе. У процесу рашчишћавања терена и земљаних радова у склопу припреме локације за изградњу, може доћи до проналазака нових археолошких предмета који припадају Виминацијуму.
--	--

ТЕ-ТО НОВИ САД - МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Нови Сад
1.2	Назив	Огранак Панонске ТЕ ТО Организациона целина ТЕ-ТО НОВИ САД
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	412542
	Y	5013333
1.4	Надморска висина	81м
1.5	Геолошки састав земљишта	Алувион Дунава (шљункови и пескови)
1.6	Близина насеља	Насеље Шангај, Нови Сад
1.7	Близина изворишта	-
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	Близина ауто пута Нови Сад - Београд
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
• ИТ мрежа	Да	
1.9	Близина културно-историјских споменика	-
1.10	Близина природних добара	-
1.11	Остале специфичности локације	Локалитет се налази непосредно уз Дунав, поред новосадске Рафинерије

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Термоенергетско постројење
2.2	Претходни статус	--
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	Б
2.5	Врста деградације	Индустријска загађења
2.6	Квалитативне анализе	постоје не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Врши се редовна контрола загађења ваздуха, отпадних вода и мерење буке

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Планови нижег реда
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Близина ауто пута Нови Сад - Београд
3.5	Процењена инвестициона вредност	280 мил. евра (око 550 евра/kWh)
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Изградња савременог високоефикасног гасно-парног постројења укупна снаге преко 450 MWel, са високим степеном корисног дејства у производњи електричне енергије од преко 58%, уз издвајање до 300 Wt топлоте
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Око резервоара за мазут изграђене су танкване које спречавају продор загађења у земљиште и подземне воде
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	-
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана радом термоенергетског постројења
4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Испуштање отпадне воде у Дунав. Програмом контроле за емисије у воду су обухваћени: амонијак, укупни азот, суспендоване честице, укупни фосфор, бакар и једињења бакара, кадмијум, цинк, хром, никл, олово и укупни цијаниди
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Основне емисије у ваздух су NO _x , SO ₂ , CO и praškaste материје.
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	Отпадне воде које се након пречишћавања упуштају у Дунав не утичу на биодиверзитет реке.
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Неопходно је континуирано вршење одговарајућих контрола
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

ТЕ-ТО СРЕМСКА МИТРОВИЦА - МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Сремска Митровица - Јарачки пут
1.2	Назив	Огранак Панонске ТЕ ТО Организациона целина ТЕ-ТО СРЕМСКА МИТРОВИЦА
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	393873
	Y	4979518
1.4	Надморска висина	83м
1.5	Геолошки састав земљишта	Алувион Саве (пескови и шљункови)
1.6	Близина насеља	Сремска Митровица, 2 km
1.7	Близина изворишта	-
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	Близина ауто пута Шид - Београд
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
• ИТ мрежа	Да	
1.9	Близина културно-историјских споменика	Археолошки локалитети у Сремској Митровици
1.10	Близина природних добара	СРП Засавица, 10 km
1.11	Остале специфичности локације	Локалитет се налази у индустријској зони, уз фабрику хартије "Матроз" и шећерану

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Термоенергетско постројење
2.2	Претходни статус	Енергетски објекат за комбиновану производњу технолошке паре и електричне енергије за фабрику целолозе и папира Матроз и фабрику шећера и топлотне енергије у зимском периоду. Вишак електричне енергије испоручивао се електроенергетском систему
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	Б
2.5	Врста деградације	Индустријска загађења
2.6	Квалитативне анализе	постоје не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Врши се редовна контрола загађења ваздуха (прашкасте материје, SO ₂ , NO ₂ И CO ₂), отпадних вода и мерење буке

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Планови нижег реда
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Близина ауто пута Шид - Београд и Сремска Митровица - Шабац 2013. г. пуштен у рад објекат који користи биомасу (сунцокретову љуску)
3.5	Процењена инвестициона вредност	-
3.6	Претходни интересенти	
3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	Екоремедијација деградираних простора
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	
3.11	Економска валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Око резервоара за мазут изграђене су танкване које спречавају продор загађења у земљиште и подземне воде
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	Потенцијално плавно земљиште у случају екстремно високог водостаја реке Саве
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана радом електроенергетског постројења
4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Испуштање отпадне воде у Саву.
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Основне емисије у ваздух су NO _x , SO ₂ , CO и прашкасте материје.
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	-
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Неопходно је континуирано вршење одговарајућих контрола
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

ТЕ-ТО ЗРЕЊАНИН - МАТРИЦА ЗА БРАУНФИЛД ЛОКАЦИЈЕ

1. ПРОСТОРНИ ПАРАМЕТРИ

1.1	Локалитет	Индустријска зона, Зрењанин
1.2	Назив	Огранак Панонске ТЕ ТО Организациона целина ТЕ-ТО ЗРЕЊАНИН
1.3	Координате	UTM 34N WGS 84
	X	454273
	Y	5022766
1.4	Надморска висина	80м
1.5	Геолошки састав земљишта	Квартар локално са појавама плиоцена (пескови, шљункови, глине)
1.6	Близина насеља	Зрењанин
1.7	Близина изворишта	-
1.8	Инфраструктурна опремљеност и повезаност	
	• Водовод	Да
	• Канализација	Да
	• Електро мрежа	Да
	• Путна мрежа	Да
• ИТ мрежа	Да	
1.9	Близина културно-историјских споменика	-
1.10	Близина природних добара	-
1.11	Остале специфичности локације	Локалитет се налази у индустријској зони, у близини бившег комбината "Серво Михаљ" на путу Београд- Зрењанин

2. ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ

2.1	Узрок деградације	Термоенергетско постројење
2.2	Претходни статус	Подмирење потреба индустријске зоне и града
2.3	Претходно власништво	-
2.4	Тип локације (А, Б или Ц)	Б
2.5	Врста деградације	Индустријска загађења
2.6	Квалитативне анализе	постоје не постоје
2.6.1	(уколико постоје) ко је, када и које врсте анализа извршио	Врши се редовна контрола загађења ваздуха, контрола отпадних вода и контрола чврстог отпада

3. ПАРАМЕТРИ РЕАКТИВАЦИЈЕ

3.1	Просторно-планско решење	Просторни план Републике Србије
3.2	Просторна и планска документација	Планови нижег реда
3.3	Предвиђена будућа намена	
3.4	Инвестиционе погодности	Коришћење природног гаса преко 85%
3.5	Процењена инвестициона вредност	-
3.6	Претходни интересенти	

3.7	Разлог одустајања (ако је било)	
3.8	Техничко-технолошке мере које је неопходно предузети	
3.9	Екоремедијацијске мере	
3.10	Еколошка валоризација након ремедијације	
3.11	Економска валоризација након ремедијације	

4. ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ПАРАМЕТРИ

4.1	Ограничења у погледу насељености	
4.2	Ограничења у квалитету земљишта (загађеност)	Око резервоара за мазут изграђене су танкване које спречавају продор загађења у земљиште и подземне воде
4.3	Ограничења у погледу приступа земљишту	-
4.4	Водопријемна способност земљишта као последица природних услова и услова девастације	
4.5	Поремећаји у односу на пројектовано стање и техногена загађења	Девастација земљишта изазвана радом енергетског постројења
4.6	Ограничења у погледу подземних вода (угроженост подземним водама и могуће загађивање подземних вода)	Испуштање отпадне воде у Александровачки канал
4.7	Ограничења у погледу емисија/имисија загађујућих материја	Постоји јама за неутрализацију у центру погона Хемијске припреме воде, где се сакупљају све технолошке отпадне воде пре испуштања у реципијент. ТЕ-ТО поседује постројење за обраду зауљених и замазућених отпадних вода Основне емисије у ваздух су CO, SO ₂ , NO, NO ₂ и NO _x . Врше се редовне контроле емисија
4.8	Ограничења у погледу биодиверзитета	-
4.9	Ограничења у погледу еколошких услова	Неопходно је континуирано вршење одговарајућих контрола
4.10	Ограничења због постојећих изграђених објеката	Изграђени објекти на локацији су у функцији технолошког процеса који се одвија на постројењу
4.11	Инфраструктурна ограничења	-
4.12	Остала ограничења	-

III ДЕО: ЕКОЛОШКИ ИНВЕСТИЦИОНИ ПРОГРАМ И СТРАТЕШКЕ МЕРЕ ЗАШТИТЕ

1. Промоција, ревитализација и одрживост
2. Стратешке мере заштите, очувања и унапређења животне средине
3. Процена социјалних и еколошких стандарда одрживости инвестиција

У ове мере као што је већ побројано укључују се активности промоције, одрживости ревитализације одређених локација. Такође, важан корак представљају и стратешке мере заштите које је неопходно предузети.

Стратешке мере могу се применити у различитим алтернативама и интегрално у разним комбинацијама. За примену мера потребна је политичка и институционална воља, као и људски капацитети на свим нивоима. Важно је истаћи да је постојећи законски и институционални оквир у великој мери модернизован и усаглашен са ЕУ.

Предлог стратешких мера се даје за период од 5 и 10 година. Групе стратешких мера треба да буду изводљиве у пројектованом периоду, без препрека и са означеним носиоцима и пројектованим средствима.

Матрица стратешких мера представља подлогу за израду акционог плана за имплементацију стратешких мера и формира се на сличан начин као и саме матрице о девастираним подручјима и *brownfield* локацијама. У ове мере се укључује и процена социјалних и еколошких стандарда одрживости оваквих инвестиција што свакако представља још један од основа за нова и даља истраживања.

На основу свих досадашњих теоријских и експерименталних разматрања у раду евидентно је да сагледавање, спитивање, истраживање и деловање на пољу екоремедијације девастираних подручја и индустријских комплекса после извесног периода експлоатације захтева веома сложен и свеобухватан приступ. Кроз излагања у овом раду а на основу публиковане литературе, претходних истраживања, као и студије изводљивости и истраживања конкретног проблема и *brownfield* локација ЕПС-а долазисе до сазнања да је могуће и нужно правовремено деловати како би се смањио негативан утицај рада оваквих објеката по околину и како би се заштитила животна средина. У раду су на основу датих података, анализе и статистичке обраде описани утицаји рада појединих ТЕ постројења. А такође, захваљујући савременим информатичким достигнућима подаци о географским локалитетима су инкорпорирани у ГИС информациони систем са обиљем детаља и атрибута чинећи тако један веома широкоупотребљив алат за различите групе корисника.

ЗАКЉУЧАК

Површинска експлоатација рудног богатства и технологија површинских копова данас суочавају се са бројним негативним појавама. Промене са којима се савремено рударство суочава су синергијско дејство: еколошких, геоморфолошких, хидрогеолошких и хидролошких промена које битно утичу на технологију вађења и експлоатације руда јер доводе до промене постојеће географске структуре предела и екосистема и негативно утичу на целокупан биљни и животињски свет (флору и фауну).

Површинска експлоатација угља трајно и неповратно географско окружење и екосистем у целини. У циљу да се што мање наруши животна средина неопходно је спроводити системске и свеобухватне мере на рекултивацији земљишта, како у току саме експлоатације, тако и након затварања постројења. После затварања постројења, копа, објекта неопходно је загађену површину коришћену током експлоатације вратити првобитној намени или јој „удахнути“ нови смисао у складу са одрживим развојем и заштитом животне средине. С обзиром на чињеницу да штетне супстанце могу да буду присутне и после спроведеног процеса рекултивације, неопходно је пронаћи адекватне начине којим ће се у потпуности елиминисати штетне материје. Најбољи начин за то јесте примена екоремедијације и узгајање усева отворних на контаминацију земљишта.

Кроз тематске целине дисертације, а према обрађеном узорку и резултатима истраживања евидентно је да решавање проблема загађења земљишта, воде и ваздуха изазвано дејством човека и индустрије представља сложен и захтеван задатак. У решавању овог сложеног проблема примењују се различити правци и приступу. Ради остварења напретка у заштити животне средине у савременом пословном окружењу важно је донети и применити квалитетан стратешки оквир и план деловања. Примарни задатак састоји се у изналажењу начина за спречавање даљег губитка земљишта. Посредно се одмах обезбеђује и очување екосистема и животне средине, а додатно се утиче на побољшање актуелног стања. Ремедијација је сложен и захтеван задатак у који се убрајају поступци: санације деградираног и контаминираниог земљишта у индустријским областима и спровођење мера за заштиту од ерозије. Област заштите животне средине подразумева спровођење смањења загађења, мерење загађења, искоришћавање летећег пепела и шљаке, одсумпоравање димних гасова у ТЕ Костолац и ТЕ Никола Тесла Б, одпепељавање ТЕ Никола Тесла А.

У спроведеном истраживању уочено је да ТЕ Колубара ради са шест електрофилтерских постројења за издвајање димних гасова. Димни гасови, који се испуштају преко три димњака, садрже прашкасте материје, CO₂, SO₂, NO_x и CO. Мерена температура димних гасова на излазу из електрофилтера на улазу у сисајуће вентилаторе димног гаса је најчешће у опсегу од 165–210 °C. Транспорт пепела жичаром прелази на хидраулички транспорт пепела и шљаке. Тада ТЕ Колубара постаје модерна електрана чија снага варира од 32 MW до 271 MW са низом комбинација снага и могућности ангажовања. Данас депонија пепела и шљаке ТЕ Колубара заузима укупну површину од 77 ha. Годишње количине депонованог пепела се процењују на основу утрошене количине угља и процентуалног садржаја пепела у угљу. Основне емисије у ваздух су оксиди азота (NO_x), сумпор диоксид (SO₂), угљенмоноксид (CO), флуороводоник (HF),

хлороводоник (NCl) и прашкасте материје. Основни физичко-хемијски параметри у води индиковани су следећим параметрима: рН, амонијум-јон, нитрити, нитрати, хлориди, сулфати, НРК, ВРК5, електрична проводљивост, суспендоване материје, седиментне материје, фосфати, укупни азот, минерална уља, феноли, цинк, бакар, арсен. Други значајни утицаји на животну средину нису значајније изражени. У циљу пренамене одређених површина које припадају ТЕ Колубара или Рударском басену Колубара неопходно је спровести неку од технила ремедијације у циљу брже и квалитетније ревитализације девастираног подручја и прањању истог „природним“ условима.

На основу претходно реченог веома је важно спровести квалитетног истраживања ЕРМ решења. Једна таква опсежна студија израђена је за потребе ЈП ЕПС-а, а у свему према програмском задатку са циљем да се кроз квалитетну израду екоремедијационог плана за *brownfield* инвестиционе локације ЈП ЕПС формира један широко употребљив алат који ће бити у употреби приликом деконтаминације одређеног географског локалитета а на основу кога се могу добити бројни квалитативни и квантитативни фактори ради унапређења квалитета животне средине, побошљања услова живота и заштите људи од негативног утицаја напуштених локација тј. *brownfield*-а. Приликом израде студије су коришћене подлоге добијене од инвеститора, доступна национална и интернационална литература као и опсервације на терену уз опширне консултације са одговорним лицима предметних термоенергетских објеката.

За потребе ЈП ЕПС формирана је адекватна база података о овим локацијама која оптимизирана и организована да спроводи ефикасно и брзо претраживање и приступ, а која заједно са системом за администрацију, организовање и меморисање тих података, чини систем базе података. Са корисничког аспекта подаци су увезани у логичну целину и презентовани у систему на јединствен и уређен начин, што додатно олакшава приступ и коришћење од стране екстерних програма. Тако једну базу података може користити низ различитих програма, писаних у различитим програмским језицима. Такође, дат је и детаљан приказ еколошког профила изабране локације и девастираног подручја ТЕ Колубара. Подаци о испитивању земљишта и подземних вода су припремљени тако да могу бити инкорпорирани у ГИС базу података. Примарно из извештаја су формиране ЕХСЕЛ табеле, а затим је генерисана интерполација вредности и формиране су карте расподела испитиваних параметара.

У раду, су такође дефинисане су *brownfield* локације на основу интернационалних стандарда и легислативе Републике Србије. Дат је униформан преглед испитиваних локација термоенергетских локација ЈП ЕПС од интереса за ову државу као и мера које се предузимају у циљу очувања животне средине а које претстављају превентивне мере у ЕРМ плану. Дефинисана је примарна и секундарна зона примене ЕРМ плана са демографским карактеристикама. За одабрану локацију ТЕ Колубара је дат предлог редизајна процеса рекултивације одлагалишта пепела ишљаке и предлог ренатурализације водних тела као корективне мере ЕРМ плана.

За зону утицаја и зону девастације је израђена Процена релевантних вредности природних ресурса (директни и индиректни) кроз концепт вредновања природних ресурса, економски приступ вредновања ресурса, методе вредновања ресурса, основна полазишта код примене метода вредновања за вредновање подземних вода, вредновање површинских вода, вредновање ресурса ваздуха, и вредновање ресурса земљишта. Дата

је процена укупне вредности дефанзивних трошкова утицаја на екосистем. Утврђена је методологија за процену негативних ефеката (штета) до којих може доћи у случају да се ЕРМ план не спроводи и стандардизован је поступак за економску процену еколошке штете.

Предложене су четири стратешке иницијативе акционог плана: Јачање комуникације и контаката између заинтересованих страна, Обезбедити циљну подршку путем формирања *brownfield* експертног тима, Истражити и извршити евалуацију *brownfield* локација како би се олакшала њихова ревитализација, Стварање партнерства за промовисање инвестиција и одрживо коришћење *brownfield* локација. израђена је МАТРИЦА ЗА *BROWNFIELD* ЛОКАЦИЈЕ која садржи одељке: Просторни параметри, Идентификациони параметри, Параметри реактивације, Ограничавајући параметри. Израђен је Акциони план *brownfield* инвестиције који садржи активност, опис, приоритет, одговорне институције и напомену за све локације од интереса за ову студију.

Дисертација „Екоремедијациони план *brownfield* инвестиционих локација ЈП ЕПС“ представља широко употребљив алат за опис стања *brownfield* локација ЈП ЕПС са фокусом на активну ГИС базу података. Као пилот локација је примењена ТЕ Колубара. Израђени су одговарајући модели и предложен пројектни образац тачно прописаног садржаја података, за сваку локацију која је истраживана дат је ситуациони план и процењен еколошки статус изабране *brownfield* локације са оценом актуелног еколошког стања, екоремедијациони (ЕРМ) план за изабрану локацију по затварању локације, и направљена добра еколошко-економска процена ремедијације изабране локације као и целокупан акциони план са мерама за имплементацију, који представљају значајан допринос активностима ЈП Електропривреда Србије у области очувања животне средине и програмирању будућих активности након затварања термоенергетских постројења.

Широко постављен концепт који интегрише податке о стању животне средине са последицама њеног нарушавања отвара могућности валоризације ових локација и представља висококвалитетну базу да даља истраживања.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] “Concerted Action on *Brownfield* and Economic Regeneration NETwork (CABERNET)” (2002)
- [2] Baseline study by Dr.-Ing. Uwe Ferber, Projektgruppe STADT+ENTWICKLUNG, FERBER, GRAUMANN UND PARTNER, Leipzig with local support presented by
- [3] Brown, S.L. Chaney, R.L., Angle, J.S., Baker, A.J.M. (1995): Zinc and Cadmium Uptake by Hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* and Metal Tolerant *Silene vulgaris* Grown on Sludge-Amended Soils. *Environ. Sci. Technol.* 29 (6), 1581–1585.
- [4] *Brownfield* Regeneration Management from education to practice, CORBAMAN project “Manager Coordinating *Brownfield* Redevelopment Activities implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF, 2013. www.cobraman-ce.eu / www.central2013.eu Cambridge Northern Fringe East Area Action Plan
- [5] Capital Needs for Modernization and Expansion, 1980, доступно на: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015004575760;view=1up;seq=322>
- [6] CLARINET (Contaminated Land Rehabilitation NETwork), 2006
- [7] Ellerbusch, F. (2006), *Brownfields: Risk, Property, and Community Value*, *Local Environment*, 11(5): pp.559-575
- [8] EPA *Brownfield* Assessment: GUIDANCE FOR RISK CHARACTERIZATION, U.S. Environmental Protection Agency Science Policy Council February, 1995, Ecological Risk Assessment and Its Application to the Remediation Process, author Traci Iott, CT DEP, Bureau of Water Management EPA
- [9] European Environment Agency (EEA): *Brownfield* Integrated Governance – BRING European programme for sustainable urban development (URBACT) Communication Sustainable Urban Development in the European Union: A Framework for Action (COM(98)605)
- [10] Evans, C.V., Fanning, D.S. and Short, J.R. (2000). Human influenced soils, 33–67. In Brown, R.B., Anderson, J.L. and Huddleston, J.H. (ed.)- *Managing Soils in a Growing Urban Area*. Agronomy Monograph, 39. ASA, Madison, Wisconsin.
- [11] Green Remediation: Incorporating Sustainable Environmental Practices into Remediation of Contaminated Sites; Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, US EPA 2008. (EPA 542-R-08-002)
- [12] J.C. Philp, R.M. Atlas, in: *Bioremediation: Applied Microbial Solutions for Real-World Environmental Cleanup*, R.M. Atlas, J.C.Philp, Eds., ASM Press, Washington DC, 2005, pp. 139–236.
- [13] Kamal, M., Ghalya, A.E., Mahmouda, N., Cote, R. (2004): Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. *Environment International* 29, 1029– 1039.
- [14] Kumar, P.B.A.N.; Motto, H. and Raskin, I. (1995): Rhizofiltration: The Use of Plants to Remove Heavy Metals from Aqueous Streams. *Environmental Science and Technology*, 29, 5, 1239-1245.
- [15] Lehmann, A., and Stahr, K. (2007). Nature and significance of anthropogenic urban soils. *Journal of Soils and Sediments*, 7: 247–260. Craul, P. J. (1985). A description of urban soils and their desired characteristics. *Journal of Arboriculture* 11-11, 330-339

- [16] P.H. Albers, An Annotated Bibliography on Petroleum Pollution. Version 2007. USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD.
- [17] Prasad, M.N.V., Freitas, H.M.O (2003): Metal hyperaccumulation in plants - Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. Electronic Journal of Biotechnology Vol. 6, No. 3, 225-321.
- [18] Salt, D.E.; Smith, R.D. and Raskin, I. (1998): Phytoremediation. Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology, , Vol. 49, 643-668.
- [19] Soil Framework Directive, COM (2006).
- [20] Soil Thematic Strategy, COM (2006)
- [21] The report "Urban Sprawl – an ignored challenge", Copenhagen, 2006
- [22] U.S. Environmental Protection Agency – USEPA – доступно на: <https://www.epa.gov/>
- [23] U.S. EPA's Petroleum *Brownfields* Action Plan: Promoting Revitalization And Sustainability, Connecticut Department of Energy and Environmental Protection (DEEP), 2008
- [24] UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD): World Investment Report 2014: Investing in the SDGs: An Action Plan, UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, The Division on Investment and Enterprise of UNCTAD
- [25] Wieland, B., Leith, A. and Rosen, C. (2010). Urban Gardens and Soil Contaminants: A Gardener's Guide to Healthy Soil. Minnesota Institute for Sustainable Agriculture, St. Paul, Minnesota
- [26] Анализа пепела ТЕНТ ТЕ Колубара – табеларни приказ 2012, ЈП ЕПС, доступно на: <http://www.tent.rs/home/52-bioloka-rekultivacija-deponije-pepela-flora-na-deponijama>
- [27] Анализа пепела ТЕНТ-а – табеларни приказ 2013, ЈП ПС, доступно на: <http://www.tent.rs/home/52-bioloka-rekultivacija-deponije-pepela-flora-na-deponijama>
- [28] Димовски, П.; Хојка, З.; Целетовић, Ж. (2012), Упоредна техно-економска анализа примене поступка одлагања пепела и шљаке из термоелектрана, топлана и металуршких постројења конвенционалним поступцима и враћањем истих "на место настанка" односно у просторе напуштених рудника уз претходну припрему и уз употребу савремених технологија одлагања, рекултивације и ремедијације и најсавременијих метода заштите, Рударски радови, број 4. стр. 91 - 102.
- [29] Драган Угринов, Александар Стојанов, Биоремедијација у третману загађеног земљишта, у Заштита материјала 2010, вол. 51, бр. 4, стр. 237-244
- [30] Дражић, Г. (2010), „Биодеградација и екоремедијација земљишта у Србији - пројектне активности факултета за примењену екологију "Футура"“ објављено у: Међународна конференција - деградирани простори и екоремедијација стр. 245 – 257
- [31] Дражић, Г. (2010), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију Футура, Београд

- [32] Дражић, Г. (2011), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију "Футура", Београд, стр. 10
- [33] Ђармати, Ш.; Веселиновић, Д.; Гржетић, И.; Марковић, Д. (2006), Животна средина и њена заштита, Књига I, Београд, стр. 14-15
- [34] Извештај о мерењу буке у 2008 години.
- [35] Извештај о почетном преиспитивању стања животне средине у "Панонске ТЕ-ТО" доо Нови Сад, 2014.
- [36] Извештај о стању животне средине у ЈП Електропривреда Србије за 2014. годину
- [37] Извештај о стању животне средине у ЈП Електропривреда Србије за 2015. годину, ЈП ЕПС, доступно на: <http://eps.rs/lat/Pages/Sredina.aspx>
- [38] Извештај о стању животне средине у РБ "Колубара", Д.О.О за 2014, Сектор за заштиту и унапређење животне средине, Лазаревац
- [39] Извештај о стању земљишта у Републици Србији; Београд: Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине РС, СЕПА, 2009
- [40] Извештај о стратешкој процени утицаја просторног плана на животну средину, документациона основа Колубарског лигнитског басена, 2017. година, доступно на:
<http://www.mgsi.gov.rs/sites/default/files/Izvestaj%20o%20SPU%20PP%20Kolubarskog%20lignitskog%20basena.pdf>
- [41] Извештај стање животне средине у ТЕ Колубара за 2013. годину
- [42] Извештај стање животне средине у ТЕ Колубара за 2014. годину
- [43] Извештаји о испитивању угља и пепела, Институт ИМС, Београд, 2006.
- [44] Јовановић, В.; Ђурђев, Б.; Срдић, З.; Станков, У. (2012), Географски информациони систем, Универзитет Сингидунум, Београд, стр. 12
- [45] Кисић, Д. (2012), „Природна радиоактивност у околини термоелектране Никола Тесла Б“, магистарски рад, технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду
- [46] Кисић, Д.; Милетић, С.; Радоњић, В.; Радановић, С.; Филиповић, Ј.; Гжетић, И. (2013), „Природна радиоактивност угља и летећег пепела у термоелектрани „Никола Тесла Б“, као једна од значајнијих карактеристика код примене у грађевинској индустрији“, стручни рад, доступно на: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0367-598X/2013/0367-598X1305729K.pdf>
- [47] Мандал, Ш.; Михајловић-Милановић, З.; Николић, М. (2010), Економика енергетике – стратегија, екологија и одрживи развој, Центар за издавачку делатност Економског факултета у Београду, Београд, стр. 5
- [48] Мерење радиоактивности летећег пепела у термоелектранама ЈП Електропривреда Србије, група аутора - рад за саветовање
- [49] Миловановић, Ј. (2014)., Екоремедијација деградираних простора плантажирањем Мискантуса, Монографија, Београд, доступно на: <http://www.projekti.futura.edu.rs/Publikacije/ERM%20degradiranih%20prostora%20-%20miskantus.pdf>
- [50] Милорадовић, Ј. (2012), Рекултивација и озелењавање Костолац, Researcgate

- [51] Милошевић, Д.; Нађ, И.; Стојановић, В. (2014), "Земљишта у градовима: стање, проблеми и технике ремедијације", објављено у: Зборник радова ДГТХ 43–1, стр. 1 - 17.
- [52] Нетехнички приказ података на којима се заснива захтев за издавање интегрисане дозволе Основна провера стања ЖС за ТЕ ТО Нови Сад
- [53] Нешић, Н.(2011), "Фиторемедијација и биљке погодне за фиторемедијацију вода загађених тешким металима", Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду, доступно на:
- [54] Никић З., Летић Љ., Николић В., Филиповић В. 2010: Поступак прорачуна режима нивоа подземних вода на станишту хроста лужњака у равном Срему. Гласник шумарског факултета, бр. 101, стр. 125-138. (DOI: 10.2298/GSF1001125N; ISSN 0353-4537).
- [55] План генералне регулације за објекте термоелектране „Никола Тесла А“ са припадајућом депонијом, Саобраћајни институт ЦИП, Београд, 2008, доступно на:<http://www.sicip.co.rs/sr/delatnost/planskaUrbanistickaDokumentacija/planoviGeneralneRegulacije/story/444/Plan+generalne+regulacije+za+objekte+termoelektrane+%22Nikola+Tesla+A%22+sa+pripadaju%C4%87om+deponijom+.html>
- [56] Планирање одрживог развоја у урбаним и градским срединама у свету су истраживали бројни истраживачи као на пример: Craul, 1992; Schleuss et al., 1996; Evans et al., 2000; Dudal et al., 2002; Golubiewski, 2006; Kachenko and Singh, 2006; Lehmann and Stahr, 2007; Wieland et al., 2010; Hagan et al., 2012.
- [57] Пројекат "Институционална подршка СКГО", Реактивирање браунфилда у Србији - систематски приступ или ад хок решења?, Стална конференција градова и општина, Београд 2011 год. стр. 13
- [58] Рамић, Е. Очување природних ресурса у изградњи санитарних депонија отпада применом TERROSTAB технологије. Рециклажа и одрживи развој 2008, 1(2), 113-118
- [59] Ревитализација браунфилд локација у Србији Анализа правног оквира, најбоље праксе и препоруке за побољшање, Београд, 2016. доступно на: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KXXZ.pdf
- [60] Савић, И., Терзија, В., Екологија и заштита животне средине, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1999.
- [61] Ситуациони планови термоелектрана Колубара и ТЕНТ, архива ЈП ЕПС
- [62] Сл. гласник РС, бр. 135/2004 и Сл. гласник РС, бр. 25/2015
- [63] Сл. гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010 и 14/2016
- [64] Службени гласник РС, број 36/09 и 88/10
- [65] Студија спровођење аудита заштите животне средине на локацијама и постројењима јавног предузећа “Електропривреда Србије” Свеска 3 – ТЕ Никола Тесла, ТЕКОН Техноконсалтинг
- [66] Студија спровођење аудита заштите животне средине на локацијама и постројењима јавног предузећа “Електропривреда Србије” Свеска 4 – РБ Колубара, ТЕКОН Техноконсалтинг

- [67] Студија спровођење аудита заштите животне средине на локацијама и постројењима јавног предузећа “Електропривреда Србије” Свеска 5 – Термоелектране и копови Костолац, ТЕКОН Техноконсалтинг
- [68] Студија спровођење аудита заштите животне средине на локацијама и постројењима јавног предузећа “Електропривреда Србије” Свеска 6 – ПД Панонске електране топлане, ТЕКОН Техноконсалтинг
- [69] Табеларни приказ горишње потрошње опасних материја, 2013. SEPA, доступно на: <http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj2013.pdf>
- [70] Шема контроле која се спроводи у току рада термоенергетских објеката, ЈП ЕПС
- [71] Шема мера заштите и контроле које треба спровести у току пројектовања и изградње термоенергетских објеката, ЈП ЕПС
- [72] <http://futura.edu.rs/wordpress/centar-za-ekoremedijaciju>
- [73] <http://futura.edu.rs/wordpress/centar-za-ekoremedijaciju/>
- [74] <http://www.eps.rs/Nabavke/EE10%20april%202016.pdf>
- [75] <http://www.pwrc.usgs.gov/infobase/topbibs/petroleum.pdf>
- [76] <https://www.chem.bg.ac.rs/~grzetic/predavanja/Hemija%20zivotne%20sredine%20I/Biljke%20pogodne%20za%20fitoremedijaciju%20-%20Nevena%20Cule%202011.pdf>
- [77] <https://www.ekogea.org/problem%20otpadnih%20voda.html>
- [78] <https://www.yumpu.com/xx/document/view/5084023/ovde-ecoist/50>

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а **Драгана Калабић**

број уписа **D 10/2013**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**Екоремедијациони план brownfield инвестиционих локација
- студија случаја ЈП ЕПС**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 31. октобар 2018.

Потпис докторанда


Прилог 2.

**Изјава о истоветности
штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора: **Драгана Калабић**

Број уписа: **D 10/2013**

Студијски програм: **Одрживи развој и животна средина**

Наслов рада: **„Екоремедијациони план brownfield инвестиционих локација
- студија случаја ЈП ЕПС“**

Ментор: **проф. др Гордана Дражић**

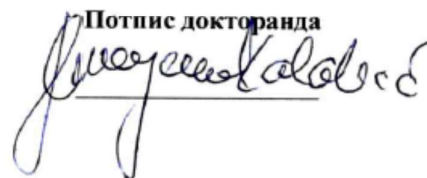
Потписани/а: **Драгана Калабић**

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предала за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета Сингидунум у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета Сингидунум у Београду.

У Београду, 31. октобра 2018.

Потпис докторанда


Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем библиотеку Универзитета Сингидунум да у Дигитални репозиторијум Универзитета Сингидунум у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Екоремедијациони план brownfield инвестиционих локација - студија случаја ЈП ЕПС“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета Сингидунум у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 31. октобра 2018.

Потпис докторанда

Драгана Калабић