

EKOREMEDIJACIONI PLAN BROWNFIELD INVESTICIONI LOKACIJA STUDIJA SLUČAJA JP EPS

By Dragana Kalabić

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

Dragana Kalabić

**EKOREMEDIJACIONI PLAN BROWNFIELD
INVESTICIONIH LOKACIJA STUDIJA SLUČAJA JP EPS**

– doktorska disertacija –

Београд, 2018.

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУМУ
БЕОГРАД
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНУ ЕКОЛОГИЈУ ФУТУРА



Dragana Kalabić

**EKOREMEDIJACIONI PLAN BROWNFIELD
INVESTICIONIH LOKACIJA STUDIJA SLUČAJA JP EPS**

– doktorska disertacija –

2

KOMISIJA ZA OCENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

MENTOR:

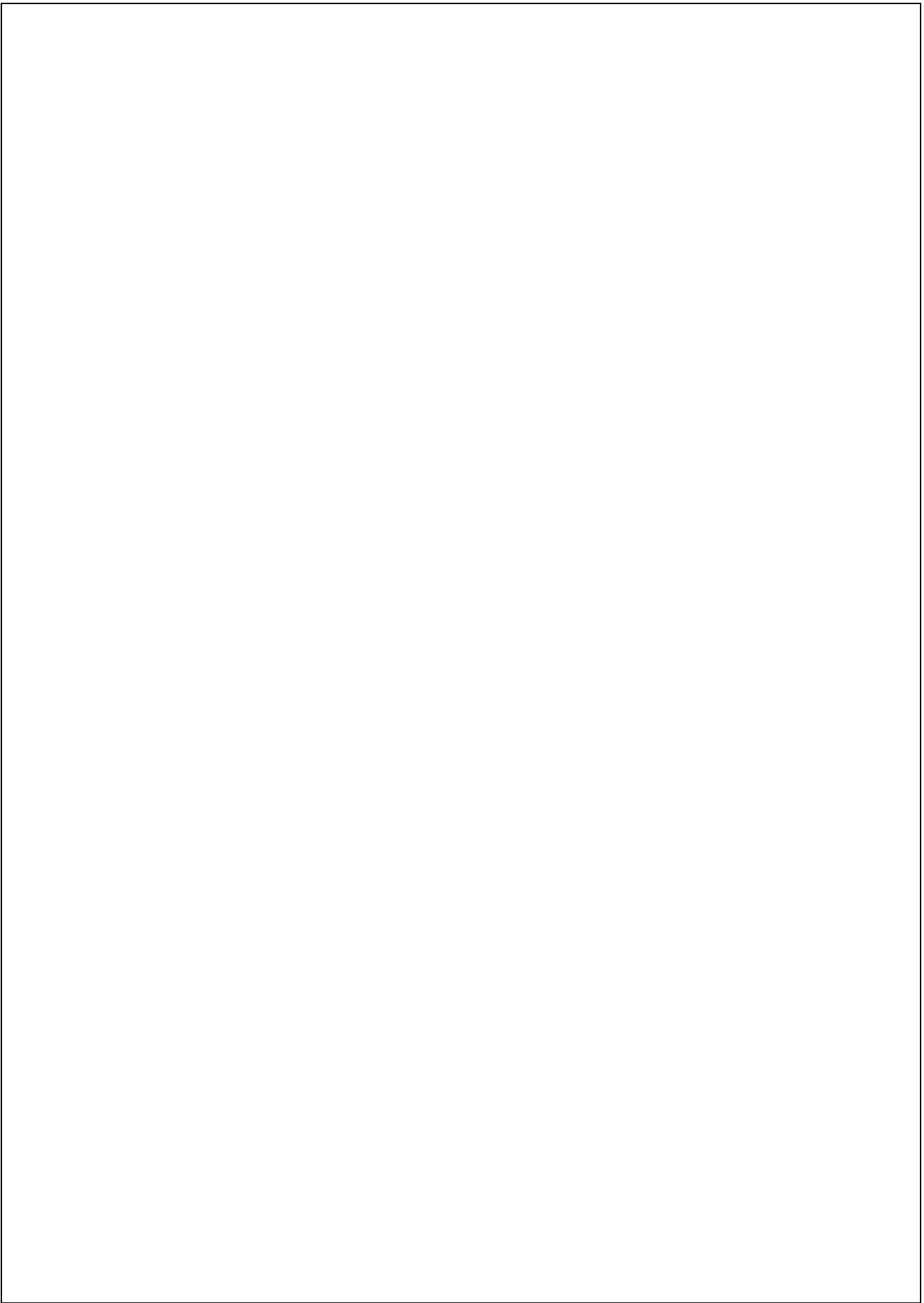
Београд, 2018.

- **Dr Gordana Dražić**, redovni profesor, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum Beograd

ČLANOVI KOMISIJE:

- **Dr Zlatko Dragosavljević**, docent, ²Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum Beograd
- **Dr Zoran Nikić**, redovni profesor ²Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

DATUM JAVNE ODBRANE DOKTORSKE DISERTACIJE:_____.



SINGIDUNUM UNIVERSITY
BELGRADE
FACULTY OF APPLIED ECOLOGY FUTURA



Dragana Kalabić

**ECO-MEDIATION PLAN BROVNFILED
INVESTMENT SITES STRUCTS THE CASE OF JP
EPS**

– PhD THESIS –

Belgrade, 2018.

Rezime

Ekoremedijacija je jedna od metoda za obnavljanje životne sredine. Industrijska proizvodnja neminovno sa sobom nosi, pored ogromnih koristi u više aspekata, mnogo štetnih nuspojava. Nije tajna da su mnoge biljne i životinjske vrste sada prošlost, baš iz razloga što je čovek, „napredujući“, svoja pluća izlagao na milost i nemilost fabričkih dimnjaka. Životinje i biljke nisu ni približno prilagodljive zagađenju kao čovek. One nestanu u trenu, čitave vrste u nepovrat, dok im ljudska vrsta nanosi štetu. Islužene fabrike su i nakon završetka proizvodnje potencijalne ekološke bombe i o tome treba posebno povesti računa. Upravo zato i jeste pre svega reč o „brownfield“ investicijama.

Ključne reči: brownfield investicija, fabrički otpad, zagađenje, ekoremedijacija

Naučna oblast: Nauke o zaštiti životne sredine

Uža naučna oblast: Ekoremedijacije

Abstract

Eco-mediation 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: Ecoremediation

Списак скраћеница

DOP	-	Društveno odgovorno poslovanje
TE	-	Termoelektrane
HE	-	Hidroelektrane
TE-TO	-	Termoelektrane – toplane
EPS	-	Elektroprivreda Srbije
ERM	-	Ekoremedijacija
GIS	-	Geografski informacioni sistem
MDK	-	Maksimalni dozvoljeni koeficijen
GV	-	Granična vrednost
MOT	-	Marginalni oportunitetni trošak
MTE	-	Marginalni trošak ekstrakcije
MET	-	marginalni eksterni trošak
MKT	-	marginalni korisnički trošak

UVODNA RAZMATRANJA	- 1 -
1. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	- 3 -
1.1. FORMULACIJA PREDMETA (PROBLEMA) ISTRAŽIVANJA	- 3 -
1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA	- 6 -
1.3. METODE (NAČIN) ISTRAŽIVANJA	- 7 -
1.4. HIPOTETIČKI OKVIR ISTRAŽIVANJA	- 10 -
1.4.1. Glavna hipoteza	- 10 -
1.4.2. Posebne hipoteze	- 10 -
1.5. NAUČNA I DRUŠTVENA OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA	- 11 -
2. POJAM I ZNAČAJ EKOREMEDIJACIJE	- 13 -
2.1. OPŠTE KARAKTERISTIKE EKOREMEDIJACIJE	- 16 -
2.2. ZNAČAJ PRIMENE EKOREMEDIJACIJE	- 19 -
2.3. EKOREMEDIJACIJA INDUSTRIJSKOG ZEMLJIŠTA U SRBIJI	- 20 -
2.4. EKOREMEDIJACIONE TEHNOLOGIJE	- 21 -
3. BROWNFIELD INVESTICIONE LOKACIJE U SRBIJI	- 28 -
3.1. POJAM I DEFINICIJA BROWNFIELD LOKACIJA	- 29 -
3.2. UPRAVLJANJE BROWNFIELD LOKACIJAMA U SRBIJI	- 30 -
4. BROWNFIELD INVESTICIONE LOKACIJE EPS-a	- 34 -
4.1. OSNOVNI PODACI O ELEKTROPRIVREDI SRBIJE	- 36 -
4.2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PRIRODNE SREDINE	- 38 -
4.3. ODABIRANJE NAJPRIKLADNIJEG MODELA PRIMENE EKOREMEDIJACIJE	- 41 -
4.4. NACIONALNI I MEĐUNARODNI INSTRUMENTI I STANDARDI	- 46 -
4.5. KONCEPT BROWNFIELD LOKACIJA EPS-A	- 48 -
4.6. BAZE PODATAKA O BROWNFIELD LOKACIJAMA EPS-A	- 50 -
4.7. METODOLOGIJA PRIMENE GIS TEHNOLOGIJA U FORMIRANJU PODATAKA O BROWNFIELD LOKACIJAMA	- 52 -
4.8. EKOREMEDIJACIONI PLAN BROWNFIELD INVESTICIONIH LOKACIJA JP EPS	- 56 -
4.8.1. Opis stanja i okruženja	- 59 -
4.8.2. Trenutna upotreba	- 61 -
4.8.3. Predloženi plan ponovne upotrebe	- 74 -
4.8.4. Dosadašnja istraživanja i prikupljeni podaci	- 75 -
4.8.5. Korektivne mere i ciljevi	- 78 -
4.9. Analiza remedijacionih alternativa	- 79 -
4.10. Remedijacione aktivnosti / mere	- 80 -
4.10.1. Kratak opis ključnih remedijacionih aktivnosti	- 80 -
4.10.2. Remedijacija zemljišta	- 82 -
4.10.3. Plan monitoringa	- 82 -
5. EMPIRIJSKI DEO	- 85 -
5.1. PROSTORNI I VREMENSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA	- 86 -
5.2. UZORAK ISTRAŽIVANJA	- 88 -
5.3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM	- 89 -
5.3.1. Istraživanje kvaliteta zemljišta u okolini TE Kolubara	- 89 -
5.3.2. Istraživanje kvaliteta vode u okolini TE Kolubara	- 115 -
5.3.3. Istraživanje kvaliteta vazduha u okolini TE Kolubara	- 128 -

САДРЖАЈ:

5.4. DISKUSIJA REZULTATA – KOREKTIVNE MERE I SCENARIJA ERM SANACIJE.....	- 131 -
5.5. ZNAČAJ PROCENE NEGATIVNIH EFEKATA (ŠTETA) DO KOJIH SE MOŽE DOĆI AKO ERM PLAN IZOSTANE	- 141 -
5.6. AKCIONI PLAN ZA SPROVOĐENJE <i>BROWNFIELD</i> LOKACIJA JP EPS SA PREDLOGOM MERA ZA IMPLEMENTACIJU	- 146 -
ZAKLJUČAK.....	- 175 -
LITERATURA	- 178 -

Indeks slika:

Slika 1.	Putevi ekološkog sukoba.....	-20-
Slika 2.	Ilustracija tehnika fitoremedijacije koje se koriste u dekontaminaciji zemljišta.....	-27-
Slika 3.	Osobine idealne biljke za fitoremedijaciju.....	-28-
Slika 4.	Izgled površinskog kopa Kostolac u blizini TE-TO Kostolac.....	-47-
Slika 5.	Postupak remedijacije otvorenog jalovišta „Drmno“ u rudniku Kostolac – 2012.god.	-47-
Slika 6.	Izgled zasada 2016. godine na jalovištu „Drmno“ posle sprovedene remedijacije	-47-
Slika 7.	Najvažniji nacionalni propisi koji regulišu problematiku brownfield-a.....	-51-
Slika 8.	Šematski prikaz deponije pepela raster, sa konturnim tačkama	-58-
Slika 9.	Algoritam baze podataka i GIS sistem programskog ¹⁹ lataka.....	-60-
Slika 10.	Šema postojećeg ciklusa kretanja toksičnih materija u prirodi iz pepela i šljake.....	-62-
Slika 11.	Šema rada termoelektrane	-66-
Slika 12.	Raspored prskalica na obodu deponije pepela TENT „A“ koje sprečavaju podizanje pepela u vazduh	-69-
Slika 13.	Ortofoto snimak elektrane, deponije i devastirane površine TENT „A“.....	-70-
Slika 14.	Novi sistem odvođenja pepela iz TENT „B“ na aktivnu kasetu.....	-71-
Slika 15.	Ortofoto snimak elektrane, deponije pepela TENT „B“	-72-
Slika 16.	Ortofoto snimak deponije pepela na lokaciji TENT „B“	-73-
Slika 17.	TE Kolubara sa devastiranom površinom i deponijom pepela u hektarima - šematski prikaz i hill shade model terena.....	-74-
Slika 18.	TE Morava deponija pepela i elektrana ortofoto snimak.....	-76-
Slika 19.	Kostolac deponija pepela ortofoto snimak.....	-77-
Slika 20.	Uzorci ispitivanja zemljišta u okolini TE Kolubara.....	-95-
Slika 21.	Interpolacija raspodele kadmijuma u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-98-
Slika 22.	Interpolacija raspodele olova u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-101-
Slika 23.	Interpolacija raspodele žive u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-103-
Slika 24.	Interpolacija raspodele arsena u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-105-
Slika 25.	Interpolacija raspodele hroma u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-107-
Slika 26.	Interpolacija raspodele nikla u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-109-

Slika 27.	Interpolacija raspodele bakra u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-111-
Slika 28.	Interpolacija raspodele gvožđa u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-113-
Slika 29.	Interpolacija raspodele bora u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-115-
Slika 30.	Interpolacija raspodele ugljika u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-117-
Slika 31.	Izgled „work space“ početka digitalizacije zagađivača TE Kolubara.....	-118-
Slika 32.	Prikaz tabele atributa u GIS-u, primera merenja emisija štetnih materija.....	-119-
Slika 33.	Ilustracija zagađenja voda sa deponija pepela i šljake.....	-122-
Slika 34.	Rečni vodotokovi Turije, Peštana i Onjega u okolini TE Kolubara i deponije pepela	-124-
98 Slika 35.	Uvećan prikaz aktivnih kaseta na deponiji pepela u TE Kolubara.....	-124-
Slika 36.	Šematski prikaz rasporeda Pijezometara i bunara u okolini TE Kolubara na kojima su vršena merenja kvaliteta podzemnih voda.....	-126-
Slika 37.	Ilustracija izveštaja o stepenu devastiranosti podzemnih voda u okolinama deponija termoelektrana – uporedni prikaz..	-133-
Slika 38.	Lokacije na kojima su vršena uzorkovanja i ispitivanja zemljišta.....	-139-
Slika 39.	Algoritam „cost-benefit“ analize.....	-145-

Indeks tabela:

Tabela 1.	Pregled termoelektrana y sastavu JP EPS.....	-40-
Tabela 2.	regled termoelektrana-toplana y sastavu JP EPS – panonske termoelektrane.....	-40-
Tabela 3.	Maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK) opasnih i štetnih materija u zemljištu u Srbiji.....	-43-
Tabela 4.	Granulometrijski jalovišta na površinskom kopnu „Drmno“ Kostolac.....	-48-
Tabela 5.	Agrohemiske osobine jalovine sa površinskog kopa „Drmno“ Kostolac	-48-
Tabela 6.	Rekultivisane površine odlagališta jalovišta u TE-TO Kostolac do 2011. godine	-49-
Tabela 7.	Koordinate kojima je opisana deponija pepela na ilustrovanom rasteru.....	-59-
Tabela 8.	Površine koje zauzimaju brownfield lokacije u vlasništvu EPS.....	-63-
Tabela 9.	Pregled osnovnih podataka o termoelektranama JP EPS	-65-

32		
Tabela 10.	Emisija iz TE JP EPS Srbija.....	-81-
Tabela 11.	Strateške i regionalne aktivnosti prostornog razvoja planskog područja.....	-92-
Tabela 12.	Maksimalno dozvoljena količina opasnih i štetnih materija.....	-96-
Tabela 13.	Ukupna koncentracija kadmijuma u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-97-
Tabela 14.	Ukupna koncentracija olova u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-99-
Tabela 15.	Ukupna koncentracija žive u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-102-
Tabela 16.	Ukupna koncentracija arsena u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-104-
Tabela 17.	Ukupna koncentracija hroma u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-106-
Tabela 18.	Ukupna koncentracija nikla u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-108-
Tabela 19.	Ukupna koncentracija bakra u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-110-
Tabela 20.	Ukupna koncentracija gvožđa u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-112-
Tabela 21.	Ukupna koncentracija bora u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-114-
Tabela 22.	Ukupna koncentracija ugljenika u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-116-
Tabela 23.	Koncentracija i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu u okolini deponija pepela najvećih TE u 2010. godini.....	-120-
Tabela 24.	Rezultati analiza otpadnih voda sa deponije pepela za 2010.god.....	-125-
Tabela 25.	Rezultati analiza otpadnih voda sa deponije pepela za 2011.god.....	-125-
Tabela 26.	Rezultati analiza otpadnih voda sa deponije pepela za 2012.god.....	-126-
Tabela 27.	Koncentracija nitrata u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-128-
Tabela 28.	Koncentracija hlorida u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-129-
Tabela 29.	Koncentracija fluorida u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-130-
Tabela 30.	Koncentracija sulfata u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-131-
Tabela 31.	Koncentracija magnezijuma u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-132-
Tabela 32.	Uporedni prikaz emisija zagađujućih materija u vazduhu u TE u Srbiji tokom 2010. godine ne računajući KiM termolektranu.....	-134-
Tabela 33.	Godišnja emisija štetnih materija u TE Kolubara (t/godina) za	-135-

2014.....	
Tabela 34. Sadržaj teških metala u tlu u odnosu na maksimalne dozvoljene koncentracije (MAC), vrednost remedijacije (RV).....	-142-
Tabela 35. Sadržaj teških metala u miskantusu (mg/kg). * pot eksperiment 1. sezona rasta; ** terenski eksperiment 5. sezona rasta, overburden. ND: nije detektovan; srednja vrednost na plantaži, prisustvo toksičnosti	-142-
Tabela 36. Primer problema životne sredine i odgovarajućih relevantnih izvora uticaja na životnu sredinu	-150-

Indeks grafičkih prikaza:

Grafik 1. Koncentracija ukupnog kadmijuma tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-98-
Grafik 2. Koncentracija ukupnog olova tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara	-100-
Grafik 3. Koncentracija žive tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara	-102-
Grafik 4. Koncentracija arsena tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-105-
Grafik 5. Koncentracija hroma tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-107-
Grafik 6. Koncentracija nikla tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-109-
Grafik 7. Koncentracija bakra tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-111-
Grafik 8. Koncentracija gvožđa tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-113-
Grafik 9. Koncentracija bora tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-115-
Grafik 10. Koncentracija ugljenika tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara.....	-116-
Grafik 11. Koncentracija nitrata u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-128-
Grafik 12. Koncentracija hlorida u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-129-
Grafik 13. Koncentracija fluorida u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-130-
Grafik 14. Koncentracija sulfata u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-131-
Grafik 15. Koncentracija magnezijuma u podzemnim vodama na području TE Kolubara.....	-132-

UVODNA RAZMATRANJA

Pitanje proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje električne energije danas je svakako pitanje koje je u žiži interesovanja različitih naučnih i tehničkih disciplina. Način na koji se električna energija proizvodi, prenosi do potrošača i u kojoj meri se može ostvariti ušteda i racionalno korišćenje iste veoma je značajno za veliki broj korisnika. Progres i optimalno korišćenje energije značajan je za razvoj svake zajednice i/ili poslovnog sistema. Zato se optimalno korišćenje energije i istraživanje mogućnosti uštede iste nameće kao nužan uslov na koji treba obratiti posebnu pažnju, naročito ako se energija dobija iz konvencionalnih izvora. Evidentno je da su konvencionalni izvori ograničeni, i da se eksploatacijom iz godine u godinu njihove rezerve smanjuju. Zato ih treba racionalno koristiti. Rezerve prirodnih energenata, naročito nafte, zemnog gasa i uglja značajno su smanjene danas, a njihova eksploatacija u ve¹²¹ meri obezbeđuje kvalitetno sabdevanje privrede kroz proizvodnju električne energije bez koje se ne može zamisliti ni jedna privredna i personalna aktivnost u XXI veku. Znajući da se rad i primena svih savremenih tehničkih dostignuća, razvoj i upotreba računara u personalne i poslovne svrhe, automatizacija proizvodnih procesa i sl. zasnivaju na upotrebi električne energije onda je još evidentnije kakvu ulogu i značaj ima električna energija u savremenom društvu u celini. Drugim rečima, rapidan razvoj tehnologije i njegoa primena u industriji za različite poslovne procese, njihovu automatizaciju i digitalizaciju povećali su potrebu za potrošnjom električne energije. Generalno posmatrano, sa industrijskim razvojem društva u celini došlo je do kontinualnog povećanja proizvodnje dobara, a sa proizvodnjom dobara rasla je i potreba za potrošnjom električne energije i upotrebom energetske resursa. Povećane potrebe za energetskim resursima tako su postale vremenom sve veće i veće, a njihove zalihe ograničene i u tendenciji opadanja. Ovi oprečni uslovi koji danas važe nametnuli su potrebu za štednjom i ekonomičnijom upotrebom energenata i električne energije koja se dobija iz konvencijalnih energenata, ali i pronalaženje načina za dobijanje električne energije iz obnovljivih i alternativnih izvora zasnovanih na primeni novih savremenih metoda i tehnologija u skladu sa promovisanjem i zaštitom životne sredine.

Isporuка kvalitetne električne energije postala je imperativ i elementarna karakteristika gotovo svih preduzeća iz oblasti energetike, bilo da je reč o preduzećima koja proizvode el. energiju (elektrane), ili onih koji vrše prenos i distribuciju el. energije na međunarodnom, ali i na nacionalnom tržištu. Treba naglasiti i to da se u savremenom društvu, u skladu sa preporukama i direktivama EU, električna energija tretira se isto kao i ma koji drugi proizvod, a njeni proizvođači treba da je proizvode što je moguće kvalitetnije (električna energija treba da bude ujednačenog napona i konstantne frekvencije. Za evropsko tržište nazivni niski napon je 220V monofazno, a frekvencija je 50Hz) i skladu sa važećim normativnim aktima. Preduzeća koja se bave isporukom električne energije, u cilju zadovoljenja potreba svojih potrošača, treba da posvete posebnu pažnju u obezbeđenju i isporuci kvalitetne električne energije prvenstveno u smislu kontinuiteta napajanja i kvaliteta napona (u EU standardni mrežni napon je 220 V, frekvencije 50 Hz), kao i na to da troškove priključenja potrošača na mrežu učine što jednostavnijim i povoljnijim, a da svoje troškove poslovanja svedu na najmanju moguću meru uz obavezu da ne narušavaju životnu sredinu.

Danas se u svim poslovnim delatnostima pa i u okviru proizvodnje, prenosa distribucije i potrošnje električne energije akcenat stavlja na zaštitu životne sredine i očuvanje izvornih prirodnih vrednosti određenih geografskih područja. U savremenom društvu, broj inovativnih i tehničko-tehnoloških promena se rapidno brzo menja, a samim tim iako dolazi do smanjivanja otpora prema inovacijama, istovremeno dolazi do potrebe za intenzivnijom zaštitom prirodne sredine i ekoremedijacije određenih područja.

Standardi društveno odgovornog poslovanja (DOP) nameću se kao jedan sveobuhvatan i globalan koncept na osnovu koga velike kompanije, ali i brojne druge poslovne organizacije, prevazilaze svoju primarnu funkciju poslovanja, sticanja i raspodele dobiti tako što pozitivno utiču na razvoj radnog, društvenog i prirodnog okruženja, tj. svojim primerima utiču na dobrobit šire društvene zajednice, zaštitu životne sredine i planete zemlje.

U tematskim celinama ovog rada osnov istraživanja predstavlja ekoremedijacija tj. prečišćavanje prirodnog okruženja onih prostora na kome se nalaze napušteni ili nedovoljno korišćeni industrijski i komercijalni objekti, a koji su dostupni za ponovnu upotrebu. Ekoremedijacija ili sanacija određenog prostora nije isključivo uvek predmet volje i primer DOP-a kompanije i lokalnog stanovništva, već najčešće predstavlja pitanje koje je u interesu šire društvene zajednice, kao i nacionalnih interesa u celini. Sanacija određenog prostora mora biti u skladu sa državnim propisima ili podrazumeva intervenciju državnih vlasti. U zavisnosti od stepena i vrste štete koja je načinjena, ekoremedijacija može biti složen i skup proces.

Cilj ekoremedijacije napuštenih i/ili dovoljno neiskorišćenih industrijskih objekata („brownfield“) sastoji se u reaktiviranju i pretvaranju lokacija koje predstavljaju očigledan problem u dobit zajednice.

Recimo procesom remedijacije moguće je prethodno zemljište koje je degradirano industrijskim aktivnostima kao što je to slučaj u Rudarskom basenu Kolubara, obnoviti proizvodnjom poljoprivredno-energetskog bilja *Miscanthus giganteus* ili džinovske trave kojom se na ekološki i ekonomski održiv način uspostavlja bolji prirodni ambijent i smanjuje degradacija zemljišta. Karakteristike obradivog zemljišta u zoni uticaja TE Kolubara A, otkrivke od MB Kolubare i pepela iz TE Kolubara ukazuju na ograničenu plodnost zbog niskog sadržaja N i organskog C, takode sadrže teške metale u koncentracijama između maksimalne dozvoljene vrednosti i remedijacije (Ni, Cu, Zn) pripada blago do umereno kontaminiranom. Sadržaj teških metala u nadzemnoj biomasi biljke je mali, što ga čini pogodnim za upotrebu kao biogorivo. Na suprotnoj strani, u celoj biljci postoji značajan sadržaj Cr, Zn i Ni, uglavnom u podzemnim organima koji ukazuju na potencijal za fitostabilizaciju.

Sušтина ovakve remedijacije sastoji se u uspostavljanju objekata, postrojenja ili površine u ponovnu funkciju čime se teži povećati zaposlenost, ublažiti rizik po javno zdravlje i smanjiti dodatni pritisak na prirodne resurse, što značajno poboljšava sliku šire društvene zajednice. Dakle, kroz postupak ekoremedijacije ciljano se teže rešiti neki od problema zagađenja koji izazivaju postrojenja i napušteni industrijski objekti. Istovremeno ekoremedijacijski pristupi koji se sprovode su uglavnom takvi da predstavljaju višenamenska rešenja, koja se iskazuju na prirodan i ekonomsko prihvatljiv način. Takode, na ovaj način se podiže i nivo ekološke svesti među zagađivačima i stanovništvom o inovativnim merama zaštite životne sredine, primeni društveno odgovornog poslovanja u cilju smanjenja zagađenja i održivoj upotrebi prirodnih resursa.

1. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

1.1. FORMULACIJA PREDMETA (PROBLEMA) ISTRAŽIVANJA

Posmatrano sa aspekta ekonomije, zaštita životne sredine treba da obezbedi što je moguće optimalnije i efikasnije korišćenja materijalnih resursa u vremenu i prostoru. Dosadašnja iskustva sprovedena u ovom pogledu proteklih decenija jasno ukazuju na činjenicu da ekonomski sistem ne može adekvatno odgovoriti na probleme zagađenja

ekosistema i kroz svoje svakodnevne aktivnosti uticati na porečne uslove čime bi se obezbedilo sprečavanje suprotnosti koje dovode do zagađenja globalni⁴ razmera.

Veoma je važno primetiti opasnost od prisustva teških metala (živa, nikl, olovo, bakar, gvožđe, cink i dr.) na pronaci adekvatne načine i mere u minimizaciji istog. U suprotnom, ako se ne preduzmu adekvatne zaštitne mere, toksične materije iz teških metala mogu dospeti u lanac ishrane i tako stvoriti ozbiljan rizik za biljke i životinje na konkretnom području dugi niz godina.

Pokazatelji na osnovu kojih se može pratiti rizik manifestuje se kroz pogoršanje zdravstvnog stanja ljudi, pojavu teških oblika bolesti, kao i kroz promenu i razvoj bolesti kod biljaka ili životinja. Takođe, rizik se meri i kroz kvalitativne promene sastava i strukture zemljišta, njegovu kontaminiranost kao i kontaminaciju podzemnih ili površinskih voda. Zbog toga je prethodno pobrojane oprečne fakture i su¹²⁰nosti neophodno rešavati specifičnim instrumentima (ekološkim, ekonomskim, pravnim) koji imaju svoje kratkoročne, srednjoročne i dugoročne efekte. Drugim rečima, odgovore na ovako kompleksne probleme vezane za zagađivanje zemljišta odgovorne kompanije danas traže kroz postupak prečišćavanja odnosno ekoremedijacije.

Ekoremedijacija predstavlja proces posredstvom koga je moguće ostvariti ponovnu upotrebu određenog geografskog područja – lokaliteta primenom rekultivacije zagađenog zemljišta i neutračizacijom toksičnih materija.¹ Ekoremedijacija obuhvata niz tehnika i metoda koje na jedan sveobuhvatan i integralan način upravljaju određenim područjem sa ciljem da se očuva, dekontaminira i unapredi određeni lokalitet. Tako se jednostavno obezbeđuje unapređenje i prirodno prečišćavanje ekosistema.

Zaštita zemljišta najefikasnije deluje i daje najbolje rezultate u situacijama kada se po ovom pitanju sprovede preventivne radnje, mere i aktivnoti. Dakle, za uspeh neke od ekoremedijacionih tehnika u rekultivaciji zemljišta veoma je važno pravovremeno reagovanje i pronalaženje adekvatnih rešenja za delovanje. Zato se u savremenim privrednim aktivnostima sprovodi određena kontrola „zdravlja“ geografskog lokaliteta tj. zemljišta i njegovog kvaliteta u blizini industrijskih kompleksa i proizvodnih pogona. Kako je u industrijskim proizvodnim procesima neminovan određen stepen degradacije zemljišta, neophodno je pronći funkcionalne i primenljive mere sanacije. Među različitim tehničkim i tehnološkim postupcima, u rekul⁴aciji zemljišta važno mesto zauzima ekoremedijacija. Proces ekoremedijacije se izdvaja kao alternativa skupim i kompleksnim procesima zaštite i čišćenja životne sredine. Recimo, pri proizvodnji električne energije iz termoelektrana u postup⁴u same proizvodnje nastaje pepeo koji se tretira kao otpad. Sa druge strane, ovaj pepeo može da se tretira i kao resurs koji tek treba iskoristiti na određeni način. Taj tzv. leteći pepeo uglavnom se skladišti na područjima u blizini rudarskih kopova. Kako bi se sprečila degradacija i zagađenje tla, pepeo se mora odlagati na odgovarajući način. Obično su to vlažni ili suvi postupci odlaganja. Bez obzira na postupak odlaganja neophodno je obezbediti adekvatan tretman na samoj deponiji pepela kako se ne bi ovaj pepeo sa otvorenih lokacija preneo na okolna poljoprivredna zemljišta i tako ugrozio njihove useve. Pored toga, danas se rade i brojna istraživanja na temu remedijacije „brownfield“ lokacija. Ako se ima u vidu da

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

² 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 напушteni или недovolјно 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 деkontаминацију. Екоремедијација (чишћење и реактивирање) таквих локација може претворити очигледан проблем у добит заједнице.

Појам екоремедијација (енгл. „Environmental remediation“) представља дуготрајан процес преčiшћавања 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 замeнских 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* локацијaма, њиховом броју и развоју били су и те како непотпуни и тешко упоређиви. Сadaшње законске регулативе како оне које произилазе из Директива ЕУ и законoдавног 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 деponијама, водaма, 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 загађујућег материјa у животну средину, а посебно у земљиште и воде. Применом неког од поступака ремедијације могуће је поновна употреба напуштених и devastираних 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 успорaва и потрошња зелених површина, односно долази до проширења зелених оаза у урбаним срединама. Ово је свакaко од неprocенјивог значаја како са економског аспекта тако и са socio-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

remediranih prostora u odnosu na broj devastiranih područja. Problem devastiranih područja u našoj zemlji jeste njihova detaljna ne istraženost, što takode predstavlja jedan od presudnih faktora i predmet istaživanja ovog rada.

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA

U prethodnim razmatranjima istaknut je predmet istaživanja ovog rada. Da bi se što bolje prezentovala svrha i cilj rada dovoljno je napomenuti činjenicu da se, u našoj zemlji, više od polovine proizvodnje električne energije odvija posredstvom termoelektrana. Imajući u vidu sve dosadašnje konstatacije o ograničenosti konvencijalnih prirodnih resursa, s jedne strane, i ugrožavanja životne sredine opasnim otpadnim materijama koje dospevaju u zemljište i vodu s druge strane evidentan je značaj ovog istaživanja. Takode, nije tajna da masovna proizvodnja struje ima uticaja i posledice za životnu sredinu. Sve prethodno pobrojano doprinosi do sagledavanja više uzročno-posledičnih veza između opravdanosti ulaganja u neku *brownfield* investiciju i pozitivnih efekata koji iz toga proizlaze, a to svakako zahteva jedinstveno, sistematično, multidisciplinarno i sveobuhvato ispitivanje. Dakle, na osnovu pethodnog može se reći da je glavni cilj ovog rada analiza i prezentacija rezultata istaživanja mogućnosti i opravdanosti primene ekoremedijacionog plana *brownfield* investicionih lokacija JP EPS. Ekoremedijacija *brownfield* lokacija primenjuje se kao alat u privrednim i industrijskim sistemima u kojima se želi ostvariti unapređenje kvaliteta životne sredine, minimizacija procenta zagađenja iz industrijskih i fabričkih kompleksa sa ciljem zaštite ljudi od negativnog uticaja *brownfield*-a. Pored već pobrojanih prednosti primene ekoremedijacije *brownfield* lokacija svakako treba napomenuti i ulogu i značaj u uključivanju lokalnog stanovništva u sređivanju i oblikovanju budućeg izgleda okoline u kojoj žive i rade. Od značaja je intenzivna saradnja i između različitih pravnih subjekata, tj. komunikacija između investitora i iznalaženje mogućnosti za pokretanje inicijative udruživanja investitora u unapređenju određene geografske lokacije, kao i dobra saradnja investitora sa lokalnim samoupravama.

Posredstvom ovog projekta u globalu se teži istražiti mogućnost unapređenja poslovanja JP EPS-a na jedan održiv i društveno odgovoran način.

Prethodno pobjojani ciljevi se mogu klasifikovati u dve osnovne grupe, i to: naučne i društvene.

Naučni cilj jeste teorijski i detaljni opis, kao i sama analiza aktivnosti na detekciji *brownfield* lokacija, a potom i pružanje okvira za rešavanje praktičnog problema. U ovom slučaju cilj je da se reprezentacijom rezultata istaživanja *brownfield* investicija, pre svega sa ekonomskog gledišta, a posredno i sa ekološkog gledišta ukaže na značaj remedijacije *brownfield* područja. Drugim rečima, bitno je na osnovu rezultata istaživanja ukazati analiza uticaja ekoremedijacije na jedan širi delokrug, odnosno uticaja na prostor širi od onoga koji je obuhvaćen direktnom investicijom.

Društveni cilj rada sastoji se u pružanju kvantitativnih i kvalitativnih podataka i konkretnih informacija, pravaca delovanja kao i brojnih novih saznanja korisnicima i grupama koje se već bave istaživanjem ovog područja i onima na čije poslovanje date informacije utiču sa ciljem da im pomogne pri donošenju odluka i sprovođenju akcija na sanaciji ugroženih lokacija.

1.3.METODE (NAČIN) ISTRAŽIVANJA

Prema prethodnim razmatranjima može se reći da efikasan sektor energetike predstavlja preduslov za održivi razvoj u ekonomskom, socijalnom i ekološkom smislu. Da bi to bilo moguće i ostvarivo neophodno je obezbediti jasnu i kvalitetnu poslovnu politiku i istu sprovesti u delo. Posmatrano sa strane JP EPS sve aktivnosti na polju zaštite životne sredine, izvedene su iz osnovnih ciljeva poslovne politike i u skladu sa nacionalnom i regulativom Evropske Unije.

Osnovni postulati Politike zaštite životne sredine su:

- » EPS je svesna svoga uticaja na sve činioce životne sredine i uzajamnu povezanost sa njima.
- » EPS će rešavati probleme koji se odražavaju na životnu sredinu i u skladu sa nacionalnom i EU regulativnom sprovesti redovne planske aktivnosti provere stanja i unapređenja životne sredine.
- » EPS će sve svoje aktivnosti uskladiti sa zakonskim i drugim zahtevima cilju poboljšavanja stanja na polju zaštite životne sredine, jer ovo pitanje predstavlja osnovni cilj politike zaštite životne sredine EPS-a, usvajanjem efikasnih programa zaštite životne sredine, kao i obezbeđenjem materijalnih i drugih sredstava za ove programe.
- » Problematika zaštite životne sredine u EPS-u će se rešavati na transparentan način i kroz komunikaciju sa zainteresovanim stranama i drugim relevantnim organizacijama, u cilju razmene neophodnih informacija i sl.

Prethodni postulati ukazuju na odlučnu i jasnu Politiku EPS-a kada se radi o zaštiti životne sredine. Međutim, treba ukazati na to da EPS i sada redovno objavljuje informacije o svojim rezultatima na polju zaštite životne sredine i sprovedenim istraživanjima u ovom domenu. Primarni akcenat u ovom radu biće usmeren na pitanje ekoremedijacije *brownfield* lokacija JP EPS-a, rezultate istraživanja i njihovu analizu u pogledu efikasnosti, uspešnosti i opravdanosti primene. Za uspešnost bioremedijacionog procesa moraju se uzeti u obzir razni faktori kako interni tako i eksterni pa se tokom istraživanja, kao i za potrebe ovog rada koristilo više različitih naučnih metoda i različiti materijali od kojih zavisi efikasnost i uspešnost dobijenih rezultata merenja.

Uspešnost bioremedijacionog procesa zavisi od velikog broja faktora pa se u obzir moraju uzeti izvori azota i fosfora (hranjive supstance), vlažnost, temperatura, koncentracija kiseonika i eventualno prisustvo sulfaktanata. Osim toga, važne su i karakteristike zemljišta, kao što su pH vrednost, mineraloški sastav i sadržaj organske supstance i sl. Za potrebe ovog rada sprovedeno je terensko istraživanje na više različitih lokacija koje su u vlasništvu JP EPS, tj. na objektima od interesa za posmatranje isplativosti ekoremedijacionog plana *brownfield* investicija JP EPS-a. Projekat je koncipiran da razvije široko upotrebljiv alat za opis stanja *brownfield* lokacija JP EPS, a za lokacije u istraživanju koriste se:

- » Ogranak TENT (termoelektrana Nikola Tesla) – Organizaciona celina TE Kolubara,
- » Ogranak TENT – Organizaciona celina TENT A,
- » Ogranak TENT – Organizaciona celina TENT B,
- » Ogranak TENT – Organizaciona celina TE Morava
- » Ogranak TE-KO Kostolac – Organizaciona celina Kostolac A i Kostolac B,

- » Ogranak Panonske TE TO – Organizaciona celina TE-TO Novi Sad
- » Ogranak Panonske TE TO – Organizaciona celina TE-TO Zrenjanin
- » Ogranak Panonske TE TO – Organizaciona celina TE-TO Sremska Mitrovica,
- » Ogranak RB Kolubara – Organizaciona celina Prerada.

Pilot projekat i test-ogled prvo je izveden na kopu Tamnava-zapad, a kasnije i na drugim pobrojanim lokacijama. Površina test-ogleda bila je 9m², i to za varijantu „kontrola i ogled“. Eksperiment je trajao 15 dana. Ovaj remedijacioni oblik imao je i svojih specifičnosti i ograničenja, tačnije isti nije bilo moguće sprovesti kada je temperatura vazduha bila ispod 12°C. Pre početka tretmana izvršeno je laboratorijsko ispitivanje kvaliteta zemljišta. Po završenom procesu remedijacije ponovna analiza je pokazala mogućnost primenjivosti navedenog remedijacionog procesa, ali je ostavljen prostor za nove ogledе dok se ne izvrši odabiranje remedijacionih postupaka i procesa koji najviše odgovaraju profilu zagađivanja zemljišta kakav je u RB Kolubara. Obavljanjem remedijacije na licu mesta zagađenja kontrolisani su i parametri uticaja na vazduh, uticaja na vode, uticaja na zemljište i zaposlene. Nisu zabeležene neke velike oscilacije parametara van dozvoljenih vrednosti. Ovo su aktivnosti na kojima je započet proces ispitivanja bioremedijacionih modela. Usled poznatih okolnosti u kojima se našla RB Kolubara posle majskih poplava (2014), aktivnosti su usporene, ali su po osposobljavanju PK TZP aktivnosti na ispitivanju aktuelizovane, a proces nastavljen, uz prikupljanje svih potrebnih dozvola od strane nadležnog ministarstva.

U cilju definisanja što kvalitetnije bioremedijacione tehnologije koja bi bila najprimenjivija i najefikasnija za tipove zagađenja kakvi najčešće nastaju u ovakvim procesima tokom istraživanja sprovedene su sledeće programske aktivnosti:

- » izrada baze podataka lokacija na osnovu kojih su popisane i opisane pojedinačne lokacije sa propisanim sadržajem podataka, a koje čine sveobuhvatnu bazu podataka lokacija JP EPS u GIS-u i pribavljanje dokumentacione osnove prethodnog stanja;
- » izrada baze podataka ekološkog profila lokacija na osnovu kojih se pribavlja dokumentacija o predašnjem stanju lokacije i oceni aktuelnog ekološkog stanja;
- » izrada ekološko ekonomske procene za valorizaciju brownfield investicionih lokacija posredstvom koje se: definišu užе i šire zone primene ERM plana, procena svih relevantnih vrednosti prirodnih resursa, procena štete do koje se može doći u slučaju da se ERM plan ne sprovede, identifikacija glavnih zainteresovanih strana, procena potencijalne dobiti usled promena u vrednostima ekosistema. Definisanje prava i obaveza sadašnjih i potencijalnih korisnika prirodnih resursa;
- » izrada Akcionog plana sa predlogom konkretnih mera za implementaciju.

U skladu sa sprovedenim istraživanjima i definisanim merama programskih aktivnosti tokom datog projekta definisane su i metode koje će se koristiti prilikom izrade ovog rada.

Metod izrade ovog rada, u manjoj meri, baziran je na osnovnom tipu istraživanja kroz dostupnu literaturu, stručne knjige i radove u štampanoj i elektronskoj formi. U daleko većem obimu, rad će se oslanjati na diskusiju o ekoremedijacionom planu brownfield investicionih lokacija javnog preduzeća EPS, terenskim i primenjenim istraživanjima sprovedenim na pobrojanim lokacijama, obradom rezultata istraživanja i analizom istih.

Primenjena i terenska istraživanja podeljena su u više segmenata, sa ciljem da se na što reprezentativniji način ukaže na ulogu i značaj ekoremedijacije *brownfield* investicionih lokacija JP EPS. Postupak terenskog istraživanja započinje formiranjem terenske baze podataka o *brownfield* lokacijama JP EPS, a zatim se zahvađujući GIS metodologiji obezbeđuju precizni geografski podaci o *brownfield* lokacijama. Tehnologija GIS-a primenjuje se u gotovo svim naučnim istraživanjima, a od značaja je i u tehničkoj praksi za prostorna planiranja i upravljanje geografskim potencijalima. Takođe GIS tehnologija svoju primenu nalazi i u topografskom određivanju imovinskih odnosa, planovima razvoja geografskih područja i lokacija, zatim značajna je za prostorno planiranje, urbanizam i sl.

Egzaktna naučna istraživanja treba da dokažu da ovo područje, svojim reljefom, vegetacijom, postojećim i potencijalnim vodenim površinama, kao i pravilnim planiranjem daljih radova na rekultivaciji i uređivanju može da obezbedi sve prirodne i druge preduslove za najveći deo sportskih i rekreativnih aktivnosti. Navedene transformacije treba da doprinesu da ovaj predeo, i pored drastičnih promena u pejzažu i ekosistemima, postane atraktivan, održavan i koristan.

U cilju isticanja značaja ekoremedijacije *brownfield* i upotrebe istih u druge namene kroz celine rada biće reči i o primeni metoda fitoremedijacije (*prečišćavanja sedimenta i vode pomoću biljaka*) i bioremedijacije (*pomoću mikroorganizama*). Za potrebe ovog rada na lokalitetima TE Kolubare koristi⁷⁸ su se energetske usevi, miskantus i trska. Na osnovu produkcije njihove biomase ista sa jedne strane prečišćava podlogu, a sa druge strane koristi se u energetske svrhe. Podaci dobijeni eksperimentalnim uzgojem metodom poljskog oglada na devastiranim površinama sekundarne zone uticaja TE Kolubara kao i na samoj deponiji pepela TE Kolubara ukazuju da je na ovim prostorima moguća produkcija agroenergetskih useva sa prinosima koji jesu nešto manji nego na plodnom zemljištu, ali su sa njima komparabilni. Kao zaključak može da se izvede konstatacija da, prilikom odlučivanja o alokaciji prirodnih dobara moraju da se uzmu u obzir sve njihove vrednosti. Jedan od metoda indirektnog istraživanja ekoremedijacije *brownfield* lokacija i upotrebe istih u druge svrhe jeste i istraživanje kvaliteta podzemnih voda. Metoda koja se primenjuje u istraživanju kvaliteta podzemnih voda u ovom radu je zasnovana na principu *Averting Behavior Method* koji uključuje metodu kontrolisanog ponašanja. Uzorak vode je ispitivan na najmanje pet lokacija kako bi se odredili troškovi na nivou domaćinstava, u vezi sa kontaminacijom podzemnih voda.

Takođe, u postupku izrade doktorata biće primenjeni sledeći postupci:

- » prikupljanje relevantnih podataka i dokumentacije (mape, analize, statistike) iz Elektroprivrede Srbije potrebnih za izradu rada;
- » analiza i ocena postojeće dokumentacije (izveštaji, studije, planovi i projekti);
- » analiza i sistematizacija podataka o sastavu zemljišta, lokaciji, biodiverzitetu;
- » izvođenje zaključaka na osnovu pribavljenih informacija, sprovedenih terenskih istraživanja na datim lokacijama i rezultatima dobijenim kroz sprovedena istraživanja.

1.4. HIPOTETIČKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

Na osnovu objavljene stručne literature i sprovedenih primanjenih istraživanja evidentno je da su brojne industrijske lokacije u Srbiji nedovoljno iskorišćene. Naročito je to slučaj sa onim lokacijama koje su bile pod uticajem društvenih preduzeća kao vlasnika i korisnika, a koji su usled neuspelog procesa restrukturiranja i tranzicije prestala da rade ili su svoju aktivnost svela na nešto manju meru. Ovi i slični faktori predstavljaju poseban razlog zbog čega je potrebna intervencija na ovim lokacijama koje se nalaze u razvijenim urbanim područjima i spadaju u kategoriju *brownfield* lokacija. Takođe, ako se uzme u obzir da je tema *brownfield* lokacija tokom poslednjih decenija postala glav¹³⁸ tema značajnih međunarodnih projekata i platformi onda je evidentno da stručnjaci iz oblasti ekologije, zaštite životne sredine kao i drugih srodnih disciplina su uvereni da postoje međusobno suprostavljeni i oprečni uslovi u uspešnosti sprovođenja *brownfield* regeneracije na osnovu raspoloživih mehanizama i tehnika remedijacije. Oprečni i međusobno suprostavljeni faktori dolaze prevashodno od strane ispitivanja ekonomske isplativosti takvih projekata, onda sagledavanja ekonomske konkurentnosti, ispitivanja kvaliteta života i stvaranja socijalne kohezije i ekološke održivosti. Ukoliko se uspostavi kvalitetna ravnoteža prethodno pobrojanih faktora onda se u principu pristupa izradi i sprovođenju remedijacionog plana. Danas, nastanak i gomilanje napuštenih područja u urbaim sredinama treba tražiti u prenameni ekonomskog i industrijskog sistema i uslova poslovanja. Promena poslovne politike industrijskih preduzeća, napuštanje određene proizvodne linije ili trošenje prirodnih materijalnih reursa i sirovina što dovodi do stvaranja degradiranih i napuštenih površina. Napuštene, devastirane površine uzrokuju zagađenje i degradaciju kvaliteta života na određenom geografskom području, a takođe dovode do smanjenja broja radnih mesta na ovim područjima.

Prethodna razmatranja, predmet i ciljevi sprovedenog terenskog istraživanja *brownfield* lokacija JP EPS-a, kao i konstatacije i razmatranja nekih ranijih istraživanja datog naučnog fenomena omogućavaju formiranje hipotetičkog okvira na osnovu koga se potvrđuju ili opovrgavaju prethodno doneti stavovi i sudovi o predmetu i cilju istraživanja.

Glavna hipoteza rada definisana je kao osnovna vizija predloženih istraživanja. Formulirane su i pomoćne hipoteze, koje imaju za cilj proveru glavne hipoteze. Glavna i pomoćne hipoteze oblikovane su na osnovu prethodno proučene relevantne literature i nacionalnih, regionalnih ili lokalnih ekoloških prioriteta, terenskih i empirijskih istraživanja.

Obrazloženi predmet i cilj istraživanja zasnovani su na nekoliko hipoteza, koje su postavljene kako bi se pravilno osmislila metodologija rada i utvrdila tačnost, preciznost i uspešnost sprovedenih istraživanja koja su sprovedena u cilju izrade doktorske teze.

1.4.1. Glavna hipoteza

Ako ekoremedijacija predstavlja podsticaj ekonomskog razvoja, onda je veliki značaj ponovne upotrebe određenih postrojenja, kao što je slučaj sa *brownfield* investicijama.

1.4.2. Posebne hipoteze

Posebne hipoteze koje se izdvajaju iz polazne glase:

- » **ubrzana integracija lokalnih razvojnih i ekoloških pitanja;**
- » **stvaranje ekonomske baze za eksploataciju sekundarnih resursa;**
- » **smanjenje količine opasnog industrijskog otpada;**
- » **stvaraju se uslovi za radno angažovanje društvenih grupa koje su do tada bile marginalizovane;**
- » **puštanje u pogon postrojenja za proizvodnju električne energije za mnogo manje uložених sredstava nego kada je reč o početnoj investiciji.**

1.5. NAUČNA I DRUŠTVENA OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA

Imajući u vidu da zagađenost tla i vode u industrijskim sredinama nastaje usled ispuštanja opasnih materija, teških metala i njihovih jedinjenja sa supstancama koje su prisutne u zemljištu neophodno je, u cilju zaštite životne sredine, obaviti adekvatna istraživanja i ispitivanja mogućnosti i načina ekoremedijacije zemljišta na industrijskim lokacijama i ista staviti u ponovnu upotrebu.

Ponovna upotreba industrijskih lokacija donosi velike ekološke koristi, a zatim i ekonomske, doprinosi sprečavanju širenja gradova i stvaranju novog održivog ambijenta. U zemljama koje su u tranziciji realizovan je **14** liki broj projekata koji imaju za cilj sanaciju i ponovno korišćenje industrijskih lokacija. **Градевинско земљиште се препознаје све више као ресурс који ће представљати еколошки и економски развој у Србији**, realizacijom projekata revitalizacije za potrebe novih namena. Ekološki faktor u procesu revitalizacije se ogleda kroz zagađenje vode, vazduha i tla i vrlo je značajan za javno zdravlje. Sanacija neke industrijske lokacije podrazumeva otklanjanje otpada, realizaciju svih procesa koji vrše detoksikaciju ukoliko je kontaminirano zemljište, podzemne ili površinske vode na industriskoj lokaciji.

Kroz istraživanja u ovom radu, a primenom metoda i utvrđenih modela, dobijaju se podaci čijom se daljom analizom definiše adekvatna bioremedijaciona tehnologija koja je primenjiva za tipove zagađenja zastupljene u postrojenjima i pogonima JP EPS-a. Poseban osvrt je na brownfield investicione lokacije JP EPS-a. Na primer, u RB Kolubara se i nakon obavljenih istraživanja nastavilo sa izvršenjem još nekoliko oglednih postupaka sa ciljem definisanja takve bioremedijacione tehnologije koja je najdelotvornija za tipove zagađenja kakvi najčešće nastaju u procesima proizvodnje elektroenergije, jer gotovo da svi izvori u izvesnoj meri utiču na životnu okolinu i u određenoj meri istu „prljaju“ tokom godina eksploatacije. Prethodna konstatacija navodi na zaključak da ne postoji potpuno „zeleni“ oblik električne energije, već naprotiv svaki izvor električne energije utiče na životnu sredinu, kvalitet vode, zemljišta i vazduha. Na primer, u termoelektranama pri proizvodnji električne energije najdominantniji uticaj na životnu sredinu ima priprema energenata za parne turbine, tj. sam postupak eksploatacije, transporta, sušenja uglja i sagorevanje istog usled čega nastaju opasne materije koje se ispuštaju u vazduh a ostaci sagorevanja se transportuju na deponije pepela i šljake. Određene zagađujuće materije iz termoelektrana dospevaju i u vodu usled ispuštanja i hlađenja pregrejane pare koja pokreće turbogeneratore. Dakle, zagađenje tla,

vazduha i vode nastaje usled dejstva zagađujućih materija sa atmosferskim padavinama i supstancama koje se nalaze u zemlji. Ove primese naročito dovode do devastiranja i degradacije površina koje su prekrivene pepelom, šljakom kao i na mestima gde se vrši skidanje pokrovca i jalovine kako bi se došlo do uglja. Zemljište, vode i vazduh na ovim lokaitetima mogu značajnije biti zagađeni otpadnim vodama i hemikalijama u procesu transformacije hemijske i toplotne u električnu energiju. Zato je važno istražiti u kojoj meri dati elektroenergetski objekti i lokacije na kojima se oni nalaze utiču na sastav zemljišta, vazduha i vode. Nposredno po proceni uticaja zagađujućih materija na prostorima i u okolini rudarskih kopova i termoelektrana i postrojenja, važno je sprovesti istraživanje efikasnog tretmana i dekontaminacije zagađenog geografskog lokaliteta. Prvi i najznačajniji korak jeste uklanjanje izvora zagađenja. Za sprovođenje procesa remedijacije zagađenog tla, vode i vazduha danas je na raspolaganju širok spektar tehnologija. Cilj primenjenih tehnologija treba da prisutne zagađujuće materije u potpunosti eliminiše sa konkretnog područja ili da ih učini bezopasnim po ekosistem i životnu sredinu primenom postupka ekoremedijacije sve do nivoa kada ove lokacije više neće uticati na životnu sredinu i ugrožavati zdravlje ljudi.

Na osnovu prethodnih konstatacija evidentno je da su očekivani rezultati doktorske disertacije usmereni na istraživanje efikasnog, efektivnog i svrsishodnog remedijacionog postupka brownfield lokacija i njihovo stavljanje u ponovnu upotrebu u druge namene, kao i isplativosti ovih poduhvata. Prema sprovedenim terenskim i primenjenim istraživanjima koja su prethodila izradi doktorske teze dobijeni su pokazatelji na osnovu kojih je izrađen uniforman pregled ispitivanih lokacija JP EPS. Dalji doprinos rada usmeren je u pravcu sagledavanja mera koje se preduzimaju i njihove opravdanosti u cilju očuvanja životne sredine, a koje predstavljaju preventivne mere u ERM planu. U tom pogledu je akcenat u radu stavljen na definisanje primarne i sekundarne zone primene ERM plana sa demografskim karakteristikama, zatim na procenu relevantnih vrednosti prirodnih resursa (direktni i indirektni) kroz koncept vrednovanja prirodnih resursa, ekonomski pristup vrednovanja resursa, metode vrednovanja resursa, i sl. Takođe, kako ekoremedijacija može biti složen i skup proces, u zavisnosti od stepena i vrste ⁵³ koja je načinjena, akcenat u radu biće usmeren i na procenu negativnih efekata (šteta) do kojih može doći u slučaju da se ERM plan ne sprovodi. Na taj način se želi ukazati na značaj ekoremedijacije i njenu isplativost na duži rok, kao i održivost ovog principa u pogledu zaštite životne sredine i dobrobita za širu društvenu zajednicu.

2. POJAM I ZNAČAJ EKOREMEDIJACIJE

Preokupacije savremene civilizacije usmerene su na to da se proizvedu, pripreme i uskladište dovoljne količine hrane za rastući broj stanovnika na planeti Zemlji, kao i optimalna količina sirovina i matrijalnih dobara za industrijsku proizvodnju uz što optimalnije troškove. Naročito se teži smanjiti troškove električne energije koja se isporučuje industriji. Manjak bilo kog od prethodno pobrojanih elemenata doveo bi do ozbiljnog narušavanja savremeneindustrijske proizvodnje i doveo do disbalansa u društvu. Neki autori u svojim istraživačkim radovima ocenjuju da bi usled energetske krize i nestašice električne energije nastale katastrofalne posledice po celokupnu savremenu industrijsku proizvodnju jer bi savremena tehnika bila paralisana. Samim tim, celokupan proizvodni proces bi bio nemoguć, jer ba proizvodnja manuelnim putem postala isuviše skromna da priušti optimalnu količinu proizvoda i dobara neophodnih za podmirivanje tržišta, odnosno svih društvenih potreba.³ Drugim rečima, današnji svet je preopterećen stalno rastućom potrebom da obezbedi dovoljnu količinu adekvatne električne energije odnosno da obezbedi dovoljnu energetsku bezbednost. „Glad“ za energijom u poslednjih nekoliko godina neprekidno raste.⁴ Istraživanja pokazuju da je potrošnja energije u svetu u 2016. godini bila za 1,0% veća u odnosu na 2015. godinu. Takode, isto istraživanje pokazuje da se najveća povećanja potrošnje električne energije beleže u privredno manje razvijenom a mnogoljudnijem ¹⁰⁴ sveta, kao npr u Kini, gde je zabeleženo povećanje potrošnje električne energije u odnosu na zemlje članice Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj.⁵ Bilo kako bilo sve promene koje su se desile krajem XX i na početku XXI veka, i koje se još uvek dešavaju u sektoru energetike su dramatične i zavise od komapnija, sektora, država, regiona... zahtevaju samostalnost i povezivanje, tržištnu orijentaciju i državnu intervenciju kao i međunarodnu konurentnost. Najbitniji zadatak koji se pred energetiku postavlja jeste koncept održivog razvoja, jer današnja proizvodnja energije zahteva ne samo dovoljnu količinu ukupne energije već i određenu strukturu, koja treba da odgovara sadašnjem nivou tehnološkog razvoja, ekonomskoj celishodnosti i ekološkim zahtevima. Neminovnost takvog koncepta u eksploataciji, proizvodnji, preradi i primeni energenata i energije nameće se kako bi se smanjile posledice zagađivanja životne sredine.

Posledice kontaminacije životne sredine nastale usled dejstva čoveka odnosno ljudskih aktivnosti u industrijskoj proizvodnji kao i usled neracionalnog korišćenja prirodnih bogatstava Zemlje grupištu se u neku od osnovnih grupa. U prvoj grupi svrstavaju se sve one posledice koje dovode do opasnosti po ljudsku vrstu i koje bi praktično dovele do prestanka života na Zemlji.⁶

Neka od dosadašnjih naučnih saznanja u ovom domenu u prvi red stavljaju istraživanje i razmatranje nestanka kiseonika. Šta bi se desilo u takvom slučaju jer očigledno je koliko je ovaj gas bitan za celokupan ljudski rod. Evidentno je da se potrošnja ovog gasa iz

³ Мандал, III.; Михајловић-Мила ³³ ић, З.; Николић, М. (2010), Економика енергетике – стратегија, екологија и одрживи развој, Центар за издавачку делатност Економског факултета у Београду, Београд, стр. 5

⁴ Букановић, С. ⁵⁶ 14), 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, III.; Веселиновић, Д.; Гржетић, И.; Марковић, Д. (2006), Животна средина и њена заштита, Књига I, Београд, стр. 14-15

godine u godinu, a usled rasta broja stanovnika, bioloških potrošača, povećava. Takođe, kiseonik je neophodan u industriji jer se brojni procesi sagorevanja odvijaju pomoću ovog gasa. Učešće kiseonika u sagorevanju smeša najdominantnije je kod paljenja fosilnih goriva u industriji, saobraćaju i energetici. S druge strane na trošenje i smanjenje količine kiseonika utiče i to što se istovremeno i neprekidno smanjuju zelene površine zbog seče šuma (*nekoliko miliona hektara godišnje*), povećava površina zemljišta pod naseljima, putevima, železničkim prugama, industrijskim i drugim objektima čime se neprekidno smanjuju izvori kiseonika na Zemlji. Imajući u vidu smanjenje zapremine kiseonika i njegovih rezervi u prirodi, kao i ukupnu količinu biljnog pokrivača, uz uvažavanje činjenice da povećanjem zelenih površina nastaje i povećanje samog sadržaja ugljenik(IV)-oksida u atmosferi. Ovaj gas dovodi do stimulacije rasta i razvoja biljaka, koje proizvode i emituju u atmosferu kiseonik, pa s tim u vezi može se zaključiti da problem nedostatka kiseonika nije akutan. Kako se ipak smanjivanje izvora kiseonika nastavlja, problemi usled njegovog nedostatka mogu se očekivati posle nekoliko stotina godina, pa se uočeni problem već od ovog momenta mora ozbiljno shvatiti i za isti se naći adekvatno rešenje.⁷

Drugi po intenzitetu i snazi zagađivanja prirodne sredine i ekosistema je savremeno potrošačko društvo¹⁸ i njemu primerena ekonomija. Razlog za ovo je veoma jasan: cilj je proizvoditi što jeftinije i što više, bez obzira na primenjene tehnologije, odnosno¹⁸ tne posledice koje one imaju na životnu sredinu. Ovakav pristup odmah nameće problem zaštite životne sredine, čiji su ciljevi suprotni: racionalno trošenje prirodnih dobara i nalazišta i uvođenje mera zaštite životne sredine, što, u krajnjoj liniji, poskupljuje i ograničava proizvodnju, odnosno dovodi do umanjenja profita. Prema tome, profit je doprineo, a i sada doprinosi povećanju zagađenja. Drugim rečine, borba za profit znatno otežava i problem oslobađanja od opas⁶ih otpadnih materijala.

Dosadašnji tradicionalni ekonomski pristup u analizi tokova prirodnih resursa i otpada koristio je istu vrstu ekonomskog vrednovanja koja se primenjivala i na faktore proizvodnje, dobara i usluga. Ta analiza je određivala cenu svakom inputu u ekonomiji koji potiče od prirodnih resursa i životne sredine, uključujući i procenu cena za inpute koji obično ne učestvuju u tržišnim transakcijama, kao što su čist vazduh i voda. Na taj način su se prirodni resursi i život⁶na sredina uključivali u unutrašnji, odnosno ekonomski kružni tok. Ukoliko bi se zadovoljili time da mehanizmi određiva⁶ja cena tačno izražavaju „pravu vrednost“ resursa i oštećenja životne sredine, ti faktori bi se relativno lako mogli uključiti u tržišno orijentisanu ekonomsku analizu.⁸ Ovakav pristup ima svojih manjkavosti naročito u poslednje⁶reme, pa se sve više napušta a primenjuje se pristup ekološke ekonomije na osnovu koga se ekonomski sistem posmatra kao podskup šireg ekosistema. Posmatrano iz te perspektive, ekonomsko vrednovanje izraženo u cenama može samo nesavršeno da obuhvati složenost ekoloških procesa i zaista ponekad može dovesti do ozbiljnih konflikta sa zahtevima ekosistema.

Ekološki ekonomisti su često zastupali stav da standardne ekonomske tehnike vrednovanja i procenjivanja moraju da se promene kako bi oslikavale realnosti ekosistema,

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

6
odnosno moraju da se zamene drugim oblicima analize usmerenim na tokove energije, nosivos²⁴ivotne sredine i zahteve ekološke ravnoteže.⁹

Sa razvojem i unapređenjem znanja o prirodnim procesima, ekologiji i odnosima u ekosistemu, otkriven je i novi neistraženi potencijal same prirode za zaštitu i tretman degradiranih i ugroženih područja. Koncept ekoremedijacije (ERM) podrazumeva korišćenje prirodnih i stvaranje veštačkih, održivih ekosistema i procesa za zaštitu i rehabilitaciju životne sredine.

Sušтина појма екоре­ме­ди­ја­ције састоји се у изнала­жењу аде­кват­них при­род­них про­це­са ко­јим се обез­бе­ђује об­на­в­ља­ње, уна­пре­ђе­ње и за­ш­ти­та е­ко­сис­те­ма. При­ме­ном ERM те­х­но­ло­ги­ја сма­њу­ју се или у пот­пу­но­сти неутра­ли­шу не­га­тив­ни ути­ца­ји изаз­ва­ни деј­ством људ­ских ак­тив­но­сти у ин­ду­стри­ји. Овим¹⁰ 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

Elementarni principi i postupci ekoremedijacije podrazumevaju stvaranje novih ambijentalnih uslova na 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 не­по­го­да (по­пла­ве, су­ше, кли­зи­шта...) или ути­ца­ји де­струк­ција на­ста­лих де­ло­ва­њем чо­ве­ка (ути­ца­ји из ин­ду­стри­је, са­об­ра­ћа­ја²⁴ ту­ри­зма, ру­дар­ства).

Ekosistemi sami po sebi imaju dobru sposobnost za razlaganje, skladištenje i neutralizaciju mnogih загађивача. Uloga ERM (ekoremedijaciona) rešenja u unapređenju ekosistema sastoje se od metoda integralnog upravljanja ekosistemom sa ciljem бр­же и квалитет­ни­је ре­ге­не­ра­ције, уна­пре­ђе­ња и об­на­в­ља­ња на­у­ше­не ф­ло­ре и фа­уне на од­ре­де­ном 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

Potrebe za ekoremedijacijom u poslednje vreme sve su очигледније и ну­ж­ни­је. О про­б­ле­му про­ме­не и де­градације жи­вот­не сре­ди­не¹³ с­ве­до­че број­на те­о­риј­ска и при­ме­ње­на истра­жи­ва­ња, као и про­це­не од стране UN-а ко­је на по­četku 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

Otuda se kao potpuno nužno nameće pitanje zaštite životne sredine i smanjenje uticaja degradacije ekosistema koja nastaje sa razvojem gradova koji bukvalno rasparčavaju,

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/>

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.

izoluju i degradiraju prirodna staništa. Tako dolazi do homogenizacije sastava i raznovrsnosti vrsta, narušavanja hidroloških tokova, promena⁴ u protoku energije i kruženju materije.

U savremenom urbanom društvu kao najznačajniji pritisak na ekosistem pojavljuje se u:

1. promeni funkcije⁴ zemljišta koje biva prekriveno saobraćajnicama i zgradama;
2. aerozagadenjima poreklom iz saobraćaja i industrije
3. velikim količinama kišnice koja opterećuje gradsku kanalizaciju i zajedno sa sanitarnim vodama predstavlja veliki problem ukoliko se na adekvatan način ne reši prečišćavanje⁴ ovakvih voda.

Sve prethodno pobrojane promene u ekološkim uslovima koje su rezultat ljudskih aktivnosti u urbanim područjima na kraju imaju uticaj i na zdravlje i blagostanje čoveka. Upravo iz tog razloga neophodno je posvetiti posebnu pažnju u sprovođenju ekoremedijacionog plana određenih geografskih područja i urbanih lokacija naročito kada se radi o zagadenju izazvanom antropogenim destrukcijama.

U tematskim celinama ovog poglavlja detaljnije se analiziraju opšte karakteristike i značaj primene ekoremedijacije sa posebnim osvrtom na ekoremedijaciju industrijskog zemljišta u Srbiji. Takođe, u okviru tematskih celina ovog poglavlja detaljnije se analiziraju ekoremedijacione tehnologije čijom primenom se ubrzava proces remedijacije zagađenog tla, vode i/ili vazduha izazvanog industrijskim zagađivačima.

2.1.OPŠTE KARAKTERISTIKE EKOREMEDIJACIJE

Ekoremedijacija (engl. *Environmental remediation*) je spor, dugotrajan i prirodan proces kojim se obezbeđuje prečišćavanje prirodnog okruženja. ¹⁸ppšteno rečeno, ekoremedijacija je prirodni proces koji kroz dugi niz godina prirodi vraća zagađeno ili kontaminirano zemljište u prvobitno stanje ili stanje blisko njemu. Takvo stanje, nije štetno za ljudsku zajednicu i druge žive organizme. Drugim rečima, ekoremedijacija je proces lečenja zagađene geografske lokacije sve dok ona ne postane potpuno bezbedna za život ljudi, biljaka i životinja. Ekoremedijacija u osnovi neutrališe sve one zagađujuće materije iz tla, vode i vazduha tj. iz prirodnog okruženja u celini, sa cinjem da se ponovo uspostavi ravnoteža ekosistema i da se zaštiti ljudsko zdravlje. Ekoremedijacijom se takođe mogu sanirati i neutralisati zagađenja izazvana dejstvom ljudi i industrijske proizvodnje. Primena ERM tehnika naročito dobija na značaju u sprovođenju obnavljanja životne sredine u napuštenim ili nedovoljno korišćenim pogonima, postrojenjima, rudarskim kopovima i sl. područjima industrijske ili poslovne namene (engl. *brownfields*), kod kojih je moguća prenamena. Drugim rečima, u blizini industrijskih potrojenja zemljište je u znatnoj meri zagađeno tj. kontaminirano. Do kontaminacije zemljišta dolazi usled različitih proizvodnih procesa koji se odvijaju u okviru određene privredne delatnosti. Zemljište je najčešće zagađeno pepelom, šljakom, ostacima uglja i naftnih derivata iz različitih industrijskih grana. Na primer, prilikom proizvodnje električne energije u termoelektranama ¹⁵zagađenje zemljišta u blizini termoelektrana i površinskih kopova ruda nastaje zbog eksploatacije, prerade, transporta, skladištenja, korišćenja, a često i pri akcidentnim situacijama uglja i njegovih primesa. Zagađenje koje potiče od uglja, nafte i naftnih derivata predstavlja rizik za ljudsko zdravlje i

животну средину.¹⁴ Da bi se prethodno pobrojani faktori u značajnoj meri smanjili neophodno je primeniti neku od strategija i tehnologija remedijacije i/ili ekoremedijacije.

Ekoremedijacija podrazumeva pružanje adekvatnog leka za problem zaštite životne sredine. U postupke ekoremedijacije ubrajaju se svi postupci koji doprinose smanjenju zagađenja tla, vode i vazduha i koji efikasno uklanjaju izvore zagađenja ili ih u doglednom vremenskom periodu smanjuju na prihvatljiv nivo. Sanacije nisu uvek samo predmet volje stanovništva, već najčešće predstavljaju obavezu lokalni, regionalnih, republičkih pa čak i međunarodnih propisa u rešavanju problema zagađenja. Nivo i opseg uključenosti d⁵²štvene zajednice zavisi od visine i vrste štete koja je prouzrokovana izvorom zagađenja. Takođe, treba uzeti u obzir i činjenicu da postupak i efikasnost ekoremedijacije zavisi i od izvora i prirode zagađivača. Veoma često, kada e radi o industrijskim izvorima zagađenja, ekoremedijacija postaje veoma skup i složen proces. Na primer, EU izdvaja oko 12 eura po stanovniku za rekultivaciju i dekontaminaciju zagađenih industrijskih lokacija. Od ovog iznosa oko 7,2 eura ili 60% se troši na sam postupak i thnike remedijacije, dok se oko 40% tj. 4.8 eura izdvaja na dodatna ispitivanja i istraživanja kvaliteta parcela po sprovedenim postupcima remedijacije.

U Republici Srbiji dosadašnja istraživanja i analize nedvosmisleno ukazuju na ekološke probleme i njihovu izraženost naročito u blizini industrijskih postrojenja. Najveći stepen degradacije životne sredine i zagađenja zemljišta, podzemnih voda i vazduha potiče difuznih zagađivača u koje se ubrajaju zagađenja izazvana od strane saobraćajnih sredstava, poljoprivrede, industrije i urbanog razvoja gradskih i prigradskih naselja. Pobrojani difuzni izvori zagađenja dovode do smanjenja zelenih površina, povećanja emisije ugljen-dioksida, kao i prisustva teških metala u različitim fazama rada industrijskih postrojenja. Prisustvo teških metala i visina njihove koncentracije znatno utiču na povećanje troškova remedijacije. Elementarni troškovi prilikom postupka remedijacije su: stepen zagađenja, osnovni standarda koji treba da budu zadovoljeni, geografska lokacija i njeno lokalno zagađene i primenjene tehnologije. Odnos kvaliteta remedijacije i investicionih sredstava opredeljenih za proces remedijacije zavisi od više različitih faktora. Na ove faktore uticaj imaju i dr⁴žvni propisi i pravno obavezujuće regulative. Istraživanja i primeri iz prakse jasno ističu da je primena „konstruisanih ekosistema – ekosistemskih procesora 8-10 puta jeftinija od industrijskih postrojenja sličnog kapacitet¹⁵

Uopšteno govoreći, tehnologije za uklanjanje zagađujućih supstanci iz zemljišta i njegovo „izlečenje“ (remedijaciju) mog¹⁰³ti različite. U praksi se najčešće primenjuju:

- » **Abiotičke tehnologije** (fizičke, hemijske i termičke) i
- » **Biotičke tehnologije** (bioremedijacija u širem smislu).¹⁶

Obe vr¹⁵ remedijacionih tehnologija mogu se primenjivati:

- » na samom mestu zagađenja (in city) ili
- » izvan mesta zagađenja (ex city).

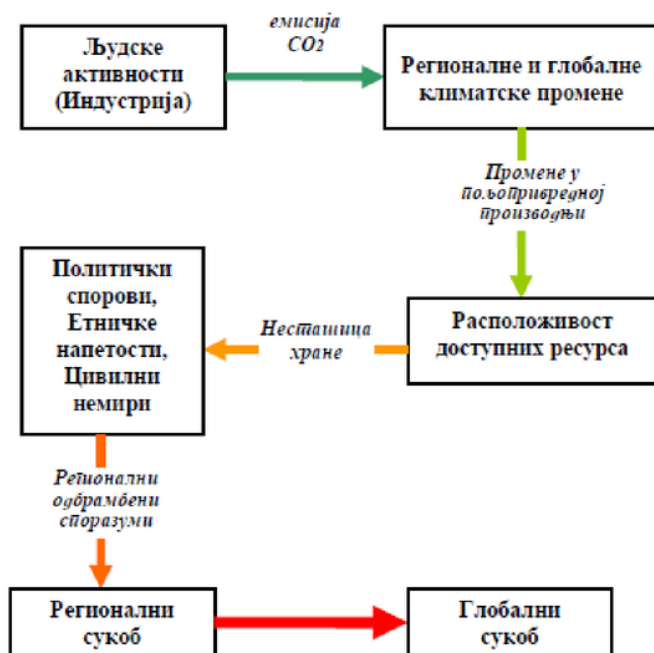
¹⁴ P.H. Albers, An Annotated Bibliography on Petroleum Pollution. Version 2007. USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD. <http://www.pwrc.usgs.gov/infobase/topbibs/petroleum.pdf>

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

Remedijacione tehnologije na samom mestu загадња подразумевају третман земљишта неким од remedijacionih tehnologija na samom lokalitetu tj. mestu nastanka kontaminacije tla. Za razliku od *in city* remedijacije *ex city* remedijacija подразумева iskopavanje zemљишта i prebacivanje istog sa mesta kontaminacije na mesto tretmana i obrade.

Izbor konkretne remedijacione tehnologije kojom će se tretirati o¹³⁷leni kontaminirani lokalitet zemљишта ili podzemne vode zavisi od niza faktora i okolnosti. O tome će biti više reči u narednim tematskim celinama. Ovde je važno napraviti kratak osvrt na opšte karakteristike remedijacije i ekoremedijacije⁵ a pre svega na to da je remedijaciju kontaminiranog područja neophodno izvršiti kako bi se sprečile dugoročne posledice po lokalno stanovništvo i životnu sredinu na određenom lokalitetu. Koliko je važno pravovremeno pristupiti remedijaciji određenog kontaminiranog područja i u kojoj meri delovanje industrijskih aktivnosti može negativno uticati na životnu sredinu i stanovništvo određenog područja najbolje se može sagledati na osnovu naredne šematske ilustracije.



61

Слика 1. Пuteви еколошког sukoba

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

Prema ilustraciji na slici 1 evidentno je da potencijal industrijskih aktivnosti može izazvati veoma ozbiljne poteškoće i probleme u jednoj lokalnoj zajednici i da nepovoljno utiče na životnu sredinu. Ovakvi neželjeni efekti mogu dovesti do različitih vrsta sukoba i mogu poprimiti ne samo lokalni i regionalni već i globalni karakter. Zato je neophodno već prilikom sagledavanja raspoloživih resursa voditi računa o njihovoj pravilnoj eksploataciji i adekvatnom zbrinjavanju ostataka i nekorisnih produkata takve eksploatacije. Na primer, još pri upotrebi ulja za zagrevanje i proizvodnju vodene pare u termoelektranama neophodno je analizirati i pravovremeno sagledati mogućnosti skladištenja i remedijacije nekorisnih

produkata sagorevanja uglja kao što su leteći pepo, šljaka i emisija CO₂ i u skladu sa tim preduzeti odgovarajuće aktivne zaštitne mere. Upravo cilj je obezbediti kvalitetan ekoremedijacioni plan na osnovu koga je moguće obezbediti kvalitetan tretman i zaštitu zemljišta od degradacije. Drugim rečima, neophodno je preduzeti sve moguće i finansijski adekvatne preventivne mere kako bi se zemljište zaštitilo od zagađujućih materija. U preventivnoj fazi važno je pravovremeno uočavanje potencijalnih opasnosti koje se mogu javiti na određenoj geografskoj lokaciji tokom eksploatacije sirovina i materijalnih dobara i u skladu da tim pronaći adekvatno rešenje za prevazilaženje takvih problema. Zato je potrebna kontrola kvaliteta zemljišta. Bez obzira na kontrolu kvaliteta zemljišta u blizini industrijskih postrojenja neminovno dolazi do degradacije istog pa se moraju primenjivati odgovarajuće mere sanacije.

2.2. ZNAČAJ PRIMENE EKOREMEDIJACIJE

U prethodnim tematskim celinama rada opisana su opšta svojstva remedijacije i ekoremedijacije zemljišta u urbanim sredinama. Primenom postupka ekoremedijacije zanatno se smanjuju posledice izazvane zagađenjem životne sredine. Osim toga, postupkom ekoremedijacije se na povoljan način doprinosi unapređenju ekološke svesti pojedinaca i društva i stim u vezi utiče na socio-ekonomski aspekt. Ono što je svakako najzačajnije je činjenica da se kroz proces ekoremedijacije na ekomski prihvatljiv način obezbeđuju optimalni uslovi za život čoveka nedaleko od velikih industrijskih kompleksa. Sprovođenjem adekvatne politike unapređenja i zaštite životne sredine u urbanim gradskim sredinama značajno se obezbeđuje unapređenje ekosistema. Poznato je da je ekoremedijacija dug put na koji utiču brojni faktori pa je stoga veoma važno da postoji tolerancija ekosistema se do granica koje ga ne ugrožavaju u prvim g₁₀inama primene postupka ekoremedijacije.

Ekoremedijacija integriše tri osnovne aktivnosti:

1. katastar zagađivača,
2. metode remedijacije, i
3. monitoring promena.¹⁷

Još u fazi planiranja, projektovanja i sprovođenja postupka ekoremedijacije neophodno je raspolagati adekvatnim podacim i činjenicama kao i odgovarajućim znanjima iz domena prirodnih i eksperimanetalnih nauka (*biologije, f₁₀ke, hemije i geologije*), zatime tehničkih i tehnoloških nauka kao i nauka ekonomije kako *bi primenjena mera (konstruisani ekosistem) funkcionisala ekološki, energetski i ekonomski efikasno.*¹⁸

Ekoremedijacije se koriste ne samo u procesima očuvanja i sanacija životne sredine, već i kao način življenja prezentujući simbiozu čoveka i prirode. Prednosti ekoremedijacija multidisciplinarne su prirode: trajne, primenljive, socijalno i ekonomski apstraktne sa ciljem rešavanja problema koje su ljudi sami svojim delovanjem prouzrokovali.

Primarna osobina ekoremedijacije je njen višedisciplinski pristup ekosistemu kao celini, kako usled pobrojanih posledica na lokalnom nivou, tako i globalno gde se sagledavaju efekti „staklene bašte“, globalnog zagrevanja i očuvanja bio diverziteta.¹⁹

89

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

10

89

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

10

¹⁹ Исто, стр. 163

Tehnologija ekoremedijacije zasniva se na primeni metaboličkih procesa mikroorganizama i viših biljaka u cilju ozdravljenja životne sredine. Upravo zbog toga, često se govori i o fitoinženjeringu ili zelenoj tehnologiji. Ovom tehnologijom se malim promenama postižu veliki efekti za sanaciju zemljišta, komunalnih otpadnih voda, reka i drugih zagađenih resursa.

2.3.EKOREMEDIJACIJA INDUSTRIJSKOG ZEMLJIŠTA U SRBIJI

U Srbiji, tokom proteklih nekoliko decenija masovna eksploatacija ruda i drugih mineralnih sirovina dovela je do zagađenja vode, vazduha i zemljišta, kao i značajne degradacije životne sredine i ekosistema u celini. Takode, treba naglasiti da masovna eksploatacija ruda značajno smanjuje rezerve neobnovljivih izvora i dodatno utiče smanjenje energetskog potencijala i rudnog bogatstva zemlje a povećava troškove eksploatacije i troškove rekultivacije rudarskih basena i jalovišta. Najveći deo geografskih lokacija u našoj zemlji degradiran je površinskom kopovima uglja i bakra. Isto tako, degradaciju i zagađenje geografskih područja u Srbiji stvaraju otvorena i površinska odlagališta jalovine i deponije pepela.

Pored zagađenja i degradacije zemljišta neposredno u blizini rudarskih basena i površinskih kopova dolazi i do degradacije i zagađenja vode i to najčešće pojavom erozije usled kiša na otvorenim i nezaštićenim odlagalištima jalovine i pokrivke. Prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine – SEPE (podaci iz 2005 godine) tokom poslednje dve decenije više puta je došlo do ozbiljnih zagađenja vodotokova i podzemnih voda, usled havarija i elementarnih nepogoda došlo je do povećanja koncentracija nedozvoljenih supstanci i otpadnih materijala u vodotokove reka, podzemnih voda kao i do povećanja koncentracije teških metala u okolnom zemljištu. Najveći problem zagađenja rečnih vodotokova u okolinama rudarskih basena jeste izlivanje jalovine, pepela i šljake.

Loše tehničko stanje industrijskih postrojenja, zastarele tehnologije i dotrajala oprema još jedan su od faktora koji znatno utiče na lošu efikasnost ¹⁷izvodnog procesa, generisanje ogromnog energetskih gubitaka, kao i na povećanje emisije **štetnih i opasnih materija u vodu, zemljište i vazduh**. Loša produktivnost, visoki gubici tokom proizvodnog procesa utiču na profitabilnost poslovanja preduzeća, pa ista pribegavaju uštedama u razvoju postrojenja i filtera za prečišćavanje zagađujućih materija koje emituju u okolinu. Još jedan razlog nemara prema životnoj sredini ogleda se i u trenutno „blagoj“ politici pravnih i normativnih akata kojima se propisuju dozvoljene granice tretmana štetnih i opasnih materija iz industrije. U okviru rada nekih postrojenja kao što su na primer: termoelektrane, železare, metalurška industrija i dr. neophodni su sistemi i instalacije opreme i filtera kojima e manjuje procenat isparavanja štetnih i opasnih materija u životnu sredinu. Uglavnom tokom sedamdesetih godina prošlog veka na teškim industrijskim fabrikama rađeni su električni filteri kojim su se nečistoće nastale tokom proizvodnog procesa prečišćale, i sprečevalo da štetne materije odlazeu vodu, vazduh i zemljište. Danas naveći deo filterskih potrojenja u velikim fabrikama ne radi ili ve⁴na loše i nekvalitetno radi, pa se u poslednjih 15 godina uglavnom može reći da više od 85% **industrijskih otpadnih voda se ispušta bez odgovarajućeg tretmana**.

Kako bi se procenat zagađenja životne sredine značajno smanjio u našoj zemi neophodno je sprovesti postupak remedijacije. Remedijacija i ekoremedijacija nisu

ekonomski povoljne, već naprotiv veoma su zahtevne i skupe. Elementarni troškovi koje preduzeće mora preuzeti na sebe prilikom sprovođenja remedijacije i rekultivacije zagađenog geografskog područja su: veličina i sastav zagađenja, tretam otpadnih materijala, nivo ⁴andarda životne sredine, primenjenj tehnika i tehnologije za remedijaciju. Veza između dobitka remedijacijom i investic³⁰nih sredstava zavisi kako od nacionalnih propisa tako i od njihove primene. Tako se kroz *Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine*²⁰ prepoznaje eksploataciju mineralnih sirovina, posebno u rudarskim kolubarima Kolubara i Kostolac, kao jedan od najvećih izvora degradacije i zagađenja zemljišta. Neka od sprovedenih istraživanja za potrebe ovog rada ukazuju na to da Opštine Obrenovac (termoelektrane, deponije pepela), Lazarevac (površinski ugljeni rudnici, TE, odlaganje pepela i šljake, prerada uglja), Kostolac (TE, rudnici ugljenika, pepeo i slive) predstavljaju ranjive oblasti („vruće tačke“), Termoelektrana na Kosovu i Metohiji, Obilić, površinski kop Belačevac i rudnik Trepča u Republici Srbiji. Navedene i slične lokacije zagađene određenim zagađivačima, zahtevaju remedijaciju. U cilju remedijacije određenog geografskog područja neophodno je prvenstveno napraviti plan remedijacionih aktivnosti, njihovu dinamiku implemntacije šraćenja i kontrole, identifikaciji priutnih vrsta i tipova prisutnih zagađivača, istraživanju i proceni uticaja ovih zagađujućih materija na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Neposredno posle prepoznavanja i identifikacije efikasnih remedijacionih tehnika važno je napraviti i kvalitetan plan remedijacije, plan i program sprovođenja dekontaminacije i uklanjanja kontaminiranih kutura ka netaknutoj prirodi.

Za realizaciju remedijacije kontaminiranog zemljišta koristi se širok spektar tehnologija u cilju potpunog uklanjanja zagađujućih materija sa lokacije i / ili tretiranja na nivou na kojem oni više ne predstavljaju pretnju za ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

2.4. EKOREMEDIJACIONE TEHNOLOGIJE

Kroz prethodne tematske celine u ovom poglavlju rada rečeno je da smanjenje emisije zagađujućih materija iz industrije predstavlja važan aspekt o kome moraju ovditi računa sve kompanije. Remedijacione tehnologije su veoma složene i skupe, pa njihovu analizu, plan sprovođenja i očekivane rezultate kompanije moraju veoma pažljivo i studiozno sprovoditi. U poslenjdih nekoliko godina, sve veća uloga i značaj u održivom razvoju, smanjenju zagađenja životne sredine i rekultivaciji degradiranih područja nastalih dejstvom čoveka i industrije, pridaje se ekoremedijaciji i tehnologijama ekoremedijacije. U osnovi ekoremedijacionih tehnologija ubraja se i bioremedijacija. Bioremedijacija se definiše kao set mera, aktivnosti i postupaka za remedijaciju uz primenu bioloških agenasa. Uže tumačenje date definicije pojma bioremedijacije znači da se rekultivacija i regeneracija zagađenog područja dekontaminira i obnava upotrebom odgovarajućih ili pogodnih mikroorganizama otpornih na određene zagađujuće materije. Šire posmatrano, pod pojmom bioremedijacije podrazumeva se regeneracija i dekontaminacija geografskog lokaliteta pomoću sadnje biljnih kultura tj. fitoremedijacije. Procesom bioremedijacije sprovodi se detoksikacija zemljišta, površinskih i podzemnih voda kao i vazduha od štetnih materija koje dospevaju iz industrije u čvrstom,

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.*

течном или gasovitom stanju, a potiču od organskih **zagadivača** kao što su na primer: **naftni derivati, pesticidi, polimeri**, organaski rastvarači, **fenoli** i sl. Takode, efikasnost ove tehnike remedijacije pokazuje se i u slučaju detoksikacije i dekontaminacije prostora **zagadenih** veštačkim dubrivima, industrijskim teškim metalima (*živa, olovo, cink*) i drugi toksičnim jedinjenjima (*arsen, cijanidi*) i otrovnim gasovima.²¹ Pošto biljke dobro apsorbuju i akumuliraju prethodno pobrojane toksične elemente iz zemljišta i voda njihova uloga je veoma značajna u remedijaciji. Istraživanja pokazuju da biljke teške metale i druge toksične materije usvajaju na jedan od sledeća tri načina:

1. **3** varno isključivanje gde se metalima ne dozvoljava da uđu u biljke;
2. **isključivanje izbojaka pri čemu se metali gomilaju u korenu biljke, a translokacija izbojaka izostaje;**
3. **akumulacija** gde se metali nagomilavaju u biljnim delovima.²²

U zavisnosti od načina na koji biljke apsorbuju metale iz kontaminiranog područja i načina na koji prečišćavaju isto nastale su neke od najznačajnijih tehnika ekoremedijacije.

U postupku dekontaminacije ugroženog područja primenom ekoremedijacije primenjuju se uglavnom tehnike fitoremedijacije i bioremedijacije. U tehnike fitoremedijacije ubrajaju se: fitoekstrakcija, fitostabilizacija, fitovolatizacija, rizofiltracija. U tehnike bioremedijacije ubraja se regeneracija područja pimenom mikroorganizama.

Jedna od najčešće primenjivanih tehnika ekoremedijaci**3** zemljišta i voda jeste fitoremedijacija. Termin „fitoremedijacija“ nastao je spajanjem „grčke reči **fito - φυτο** što znači biljka i latinske reči **remedium** znači ponovno uspostavljanje ravnoteže.“²³ Među prvim istraživačima i biolozima koji koriste ovaj pojam u tehnikama za sanaciju kontaminiranog zemljišta **31** da ubraja se dr. I. Raskin koji je istaknuti predavač na Rutgers školi i stručnjak iz oblasti **biotehnološkog centra za poljoprivredu i ekologiju.**²⁴ Raskin je kao **član stručnog tima u Černobilu** istraživao i sprovodio analizu zdravstvene ispravnosti hrane proizvedene na području Černobila posle nuklearne katastrofe, pa je tako ispitujući zemljište i njegovu zagađenost primetio da određene biljke na zagađenom području mogu dovesti do ekoremedijacije zemljišta. Pojam fitoremedijacija odomaćio se u upotrebi upravo zbog toga što određene zelene biljke imaju sposobnost da izluče određenu koncentraciju elementa u ekosistemu. Sam tretman fitoremedijacije je relativno „nov“ tj. njegova primena započela je tokom 80-ih godina XX veka. O progresu i efikasnim rezultatima ovog koncepta i njegove primene svedoči činjenica da je već testiran na više od 200 lokacija širom sveta. Ovaj koncept je potpuno ekološki prihvatljiv. Koncept detoksikacije zagađenog područja vrši se na osnovu tehnologije koje koriste biljke koje povoljno utiču na razgradnju, metabolizam ili detoksifikaciju različitih zagađenja zemljišta. Ove tehnike su veoma popularne i efikasne za smanjenje uticaja štetnih materija iz tla, vode i vazduha. Posle takvog tretiranja tla, to **31** **druče se može vratiti prvobitnoj nameni, odnosno na njemu se može proizvoditi hrana.** Osim biljaka, organizmi koji sudeluju u fitoremedijaciji su biljkama pridruženi mikrobi, kao i

²¹ Угринов, Д. Стојанов, А. (2010) Биоремедијација у третману загађеног земљишта, објављено у: „Заштита **3** еријала“, 51 број 4, стр. 237 – 244

²² Kamal, M., Ghalya, A.E., Mahmouda, N., Cote, R. (2004): Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic pla**3**. 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.

gljive. Da gljive imaju velikog uticaja u fitoremedijaciji kontaminiranog zemljišta potvrdio je profesor Franz Lang iz Montreala u okviru istraživanja uloga³¹ uticaja bakterija i gljivica na fitoremedijaciju. U okviru istraživanja ističe da: „biljke nisu te koje su ključne za čišćenje tla, već simbiotski mikroorganizmi na korenu“.²⁵

Na osnovu prethodnih razmatranja evidentno je da fitoremedijacija predstavlja širok spektar različitih tehnologija zasnovanih na primeni prirodnih rešenja – upotrebe biljaka i biljnih vrsta prirodnih ili eventualno enetski modifikovanih koje su otporne na kontaminaciju tla, vode i vazduha i koje uklanjaju štetne materije iz životne sredine kroz postupak fotosinteze.²⁶ Sam koncept fitoremedijacije i njegova primena u dekontaminaciji zagađenog zemljišta i voda je relativno nov pojam iako se u³²aksi ovaj način uklanjanja otpada primenjuje odavno, odnosno postajala su saznanja da neke biljke³³oje rastu na zemljištima bogatim metalima i drugim toksičnim elementima imaju razvijenu sposobnost da akumuliraju znatne količine prisutnih metala u svoja tkiva bez pokazivanja toksičnosti. Ovu pojavu primetili su su brojni istraživači koji su početkom 80-tih godina prošlog veka predložili da se primenjuju biljke kao hiperakumulatori u remedijaciji tla koje je zaraženo teškim metalima.²⁷ Poznato je fitoremedijacija metalom zagađenog zemljišta predstavlja veoma povoljan i ekonomičan metod za sanaciju zemljišta i njegovu ponovnu upotrebu. Takođe, fitoremedijacija metalom zagađenog zemljišta sadnjom biljnih kultura predstavlja kvalitetno rešenje a zasadjenje biljne kulture pored prečišćanja zemljišta nude i veliki potencijal za komercijalni razvoj i stavljanje istih u različitu upotrebu. Takođe, prednost primene tehnika fitoremedijacije ogleda se o njihovoj primenljivosti za čišćenje velikih površina zemljišta i/ili voda koje su kontaminirane različitim metalima u rasponu od niskih do srednjih koncentracija. Vodena područja sa visokim sadržajem koncentracija teških metala ne mogu biti očišćena ovom tehnikom, jer pro⁷² biljke ne mogu opstati u tako surovim uslovima i ne mogu dovoljno brzo napredovati. Treba uzeti u obzir i činjenicu da se kao tehnika fitoremedijacije koriste različite biljke u zavisnosti od različitih vrsta metala koji se nalaze u strukturi zemljišta ili vode kontaminiranih područja.

Upravo zbog toga u praksi razlikuje više tehnika fitoremedijacije a najpoznatije su:

- » **Fitoekstrakcija** – je tehnika korišćenja biljaka za rekultivaciju i oporavak zagađenog geografskog područja koje imaju veliku biomasu, a koja su otporna i poseduju dobru mogućnost akumulacije teških metala i drugih štetnih jedinjenja koja dospevaju u zemljište iz industrijskih postrojenja. Biljke koje se koriste za ovu vrstu regeneracije moraju imati dobru sposobnost da štetne materije iz zemlje preko korena „prenesu“ u nadzemne delove biljke koji se potom uklanjaju i neutrališu odgovarajućim agrotehničkim merama;
- » **Fitostabilizacija** – podrazumeva tehniku ekoremedijacije zagađenog tla, odnosno celokupnog geografskog lokaliteta primenom biljaka koje su pogodne da svojim korenom obezbede „čišćenje“ teških metala i njihovih jedinjenja.

²⁵ Извор: Мијат, В. доступно на: <http://www.zdravasrbija.com/Zdrava%20Srbija/1684-Bilje-spasava-covecanstv3.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.

Другим реџима, билке својим кorenом везују земљиште и његов састав (*тешке метале*), спречавају његово отицање преко подzemних вода и имобилизира тешке метале џиме се смањује њихова штетност по околину. Струџњаци саветују примeну оних билјака које су толерантне на велике концентрације тешких метала и имају јаке кorenасте делове;

- » **96** **Филтрација** – је техника екореѡедијације загађених вода применом **кorenовог система билјака** којесу погодне **за апсорпцију и адсорпцију тешких метала** и њиhових јединjenja **из воде**. У ову сврху се примњују оне билје које обезбеђују преџишћаванје воде од тешких метала и других штетних јединjenja која у воду доспевају из индустријских построjenja или са деponија отпада и шљаке. Билје које се примeњују имају изразиту кorenску масу којом обезбеђују уклањање контаминираних материја из воде, док се штетне материје и потенцијални отрови акумулирају у кorenском систему билје.
- » **Fitovolatilizacija** – је екореѡедијациона техника употребе билјака за неутрализацију загађeња земљишта одређеном врстом тешких метала. Обиџно је реџ о употреби билјака које својим системом кoreна везују тешке испариве метале а затим их преко листа отпуштају у атмосферу. У ову сврху користе се оне врсте билјака које обезбеђују измену тоksiџних материја тла и/или воде у нетoksiџне и које преко фотосинтезе и листа отпуштају у атмосферу.²⁸

Поред побројаних техника фитореѡедијације, аутори као што су Salt²⁹ и други у технике фитореѡедијације убрајају још и:

- » **Fitodegradacija (fitotransformacija)** – која подразумева разградњу штетних материја из земљишта заhвалјујуџи метаболитиџким процесима билјака.
- » **Rizodegradacija (fitostimulacija)** – која у суштини подразумева **3** разградњу штетних материја доспелих у земљишту из индустрије **zahвалјујуџи микрoорганизмима**, џија је активност повећана присуством ризосфере;
- » Употреба **билјака за смањењr штетних материја из ваздуха и друге**.³⁰

Илустрација техника фитореѡедијације загађених земљишта data је на слици 2.

²⁸ Подела се може наћи код више различитих аутора, као на пример: Prasad i Freitas, 2003; Gardea-**88** esdey *et al.*, 2005; Raskin *et al.*, 1997; Salt *et al.*, 1998; Cunnin**44** n *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.

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.



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

Технике фиторемедијације су веома значајне у ремедијацији земљишта нарочито оних подручја која су заражена тешким металима јер исти изразито тоksiчно делују на сва жива бића таложећи се у организму без могућности њиховог излучивања. Индустриска произв³¹ја, пестициди из пољопривреде и други бројни фактори који у земљу доспевају након примене могу заостати у тлу или ући у водене токове, а потом доспети директно у прехранбени ланец. Зато је веома важно одабрати квалитетан процес фиторемедијације. Управо због тога, биљке које се примењују у рекултивацији земљишта и смањенју 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 тоksiчне материје из земљишта. Поред ове особине биљке треба да задовољавају и друге особине у које се убрајају: раст и развој биљака у конкретној локалној средини, могућност искоришћења одређених делова биљке, једноставност засадног материјала и њихову способност да биљка упије максималне количине штетних материја из земљишта и воде.³¹ Другим речима, ефикасност неке од применjenih техника екореemedијације 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

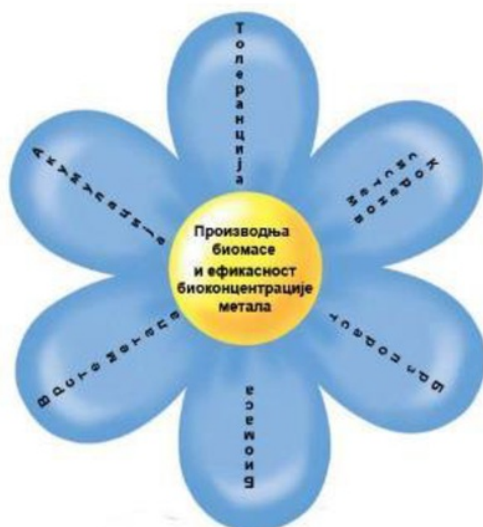
31

³¹Извор: <https://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/fitoremedijacija-bilje-spasava-covjecnostv314210/>

³² 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.

veoma brzo upijaju metal iz zemljišta a pritom daju visoke prinose u biomasi čime se postiže višestruka korist.²

Osobine koje biljke treba da ispune da bi se efikasnost koristile za proces fitoremedijacije treba da: imaju dobro razgranat koren, da budu tolerantne na visoke koncentracije metala, poseduju dobar potencijal za proizvodnju velike biomase u praksi, imaju brz prirast, i sl. Ilustracija osobina idealne biljke za fitoremedijaciju data je na narednoj slici.



Idealne osobine biljaka koje se primenjuju u ekoremedijaciji zemljišta su:

- » Akumulacija;
- » Vrsta metala;
- » Brz rast;
- » Biomasa;
- » Korenov sistem;
- » Tolerancija.

Slika 3. Osobine idealne biljke za fitoremedijaciju

Izvor: Nacrtano prema Clemens et al., 2002; Pilon-Smits i Pilon, 2002

Fitoremedijacija je veoma spor proces koji zahteva znatno više vremena za remedijaciju u odnosu na neke od mehaničkih metoda kojima se može sprovesti postupak remedijacije zagađenog zemljišta. Razlog za spor oporavak zemljišta postupkom fitoremedijacije ograničen je kako rastom i razvojem biljaka na tom području tako i uticajem klimatskih promena, zatim godišnjim dobom, osetljivošću biljne kulture na parazite, štetočine i bolesti. Takode, evikasnost fitoremedijacije je veoma često ograničena i samim uticajem razvoja korenovog sistema biljne kulture koja se primenjuje na datom području, sastavom i strukturom zemljišta, uticajem i pruisustvom teških metala i drugih „nečistoća“ na sastav i strukturu zemljišta. Fitoremedijacija dobre rezultate pokazuje na terenima koja su kontaminirana niskim koncentracijama uglavnom organskih jedinjenja, dok slabije rezultate daje kod kontaminacije tla izazvane kombinovanim organskim i neorganskim jedinjenjima i na mestima na kojima je jače izražena kontaminacija. Dakle, fitoremedijacija je poželjan i oprevidan proces rekultivacije i sanacije blago do umereno kontaminiranih zemljišta. Recimo na površinskim kopovima rudarskih basena kao i na odlagalištima pepela i šljake ovaj proces daje veoma povoljne i kvalitetne rezultate. Najveća mana postupka fitoremedijacije je vreme rekultivacije, dugoročni naponi da se odgaji zasad i da se više godina ili decenija da se na određenom području smanji nivo zagađenja. Ipak, proces fitoremedijacije ima i niz svojih prednosti, a to su: reč je o prirodnom procesu rekultivacije i dekontaminacije zemljišta, za održavanje zasada zahtevaju se mala investiciona sredstva, biljke rastu zahvaljujući prirodnim

uslovima, biljke koriste *sunčevu* energiju, vodu i emituju u vazduh kiseonik. Troškovi zasada i održavanja istih znatno *niži u odnosu na hemijske i mehaničke metode* dekontaminacije i do preko 10 puta.³³

Tehnologija koja se sve više koristi za rekultivaciju zemljišta degradiranih rudarstvom je fitoremedijacija. Upotreba različitih vrsta biljaka direktno na kontaminiranom tlu rezultira u uklanjanju zagađujućih materija, prvenstveno teških metala (HM), ako se transportuju u nadzemni deo postrojenja koji se uklanja sa lokacije³⁴ u proces fito-ekstrakcije ili oni ostaju imobilisani u podzemnim delovima postrojenja tokom procesa fitostabilizacije.³⁵ Biokoncentracija teških metala u biljnim materijama zavisi od vrste teških metala, karakteristika tla, sadržaja TM u tlu i njegovu bioraspoloživost i genetske, fiziološke i morfološke karakteristike biljke. Primarni cilj rekultivacije zemljišta degradiranog rudarskim i industrijskim aktivnostima je smanjenje rizika za ljudsko zdravlje, ali da bi takvi projekti bili održivi od energetskih, ekoloških i ekonomskih aspekata, potrebno je da buduće postrojenja budu u budućnosti.³⁶

Kontaminacija zemljišta degradiranih industrijskim aktivnostima isključuje ih od uzgoja useva korišćenih za ishranu ljudi ili životinja, tako da ideja o upotrebi za proizvodnju energetskih kultura ima sve više pristalica.³⁷ Nedavno objavljeni rezultati pokazuju da je ekonomski opravdana proizvodnja energetskog korpusa u područjima napuštenih rudnika ili u blizini aktivnih rudnika.³⁸ Dobijeni prinosi su uporedivi, iako redovno niži, od prosečnih prinosa dobijenih na poljoprivrednom zemljištu. Treba se izbegavati kultivaciju energetskih kultura na obradivom zemljištu jer se koristi za proizvodnju hrane.³⁹

U Republici Srbiji proizvodnja agroenergetskih useva nije dovoljno razvijena, ali se tokom procesa pridruživanja EU očekuje da će se uzgajanje ovih useva na *brownfield* lokacijama intenzivirati, pa je istraživanje neophodno.

U narednim tematskim celinama rada razmatraju se *brownfield* lokacije u Srbiji koje su u vlasništvu EPS-a i mogućnosti njihove ekoremedijacije. Pod *brownfield* lokacijama podrazumevaju se sve one lokacije koje su u nedovoljnoj meri iskorišćene ili su napuštene, kao i lokacije koje su trenutno zapuštene a pripadale su različitim industrijskim objektima. Ove lokacije obično se nalaze u centralnim zonama i izgubile su svoju prvobitnu namenu, ili je njihova prvobitna namena postala nerentabilna i neisplativa za dalje korišćenje. Da bi se ove lokacije iskoristile za drugu namenu, tj. ta bi se obezbedila prenamena istih neophodno je

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 application *Chemosphere* 91, 869, 2013.

³⁵ RADZIEMSKA M., VAVERKOVÁ M.D., BARYLA 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.

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.

sprovesti proces remedijacije. *Brownfield* lokacije su se uglavnom u urbanim sredinama koristile za industrijska postrojenja, a posledice tog korišćenja su ekološka opterećenja i zagađenja, zatim ruiniranost zemljišta i njegova toksikacija različitim proizvodnim procesima, objektima i sl. Najprostije rečeno, ove lokacije *brownfield* obuhvataju širi poslovnih kompleks različitih industrijskih predmeta u mnogim gradovima i negativno utiču na širu društvenu zajednicu i životnu sredinu, kako u ekonomskom tako i u estetskom, ekološkom i društvenom pogledu. Posle prvobitne namene ovih lokacija kao potpuno prirodno nameće se pitanje njihove remedijacije i vraćanja u prvobitno stanje ili takvo stanje koje ne remeti i ne utiče negativno na životnu sredinu i širu društvenu zajednicu. Rešavanje problema *brownfield* lokacija je više nego složen zadatak u koji moraju biti uključeni različiti društveni subjekti, a rezultat rešenja je pun neizvesnosti, povećanih rizika i troškova povezanih sa njihovom rekonstrukcijom i ponovnim korišćenjem. Vraćanje prirodi ovih lokacija takode iziskuje pored finansijskih resursa, dobru pravnu regulativu, zalaganje i interesovanje javnosti i šire društvene zajednice. Cilj zaštite životne sredine treba da bude interes kako proizvođačima, preduzetnicima i industrijalcima, tako i lokalnim samoupravama, a na kraju i svim građanima koji gravitiraju određeno geografskom području na kome se određena *brownfield* lokacija nalazi, kako bi se što pre i što efikasnije sproveo postupak njene prenamene i novog načina korišćenja.

Jedan od načina za prevazilaženje problema napuštenih i *brownfield* lokacija JP EPS sastoji se u uzgoju i potencijalima proizvodnje *miscanthus*-a na degradiranim aktivnostima elektroenergetske industrije Srbije u blizini RB Kolubara (otkrivka od rudnika uglja otvorenog prostora i odlaganja pepela i termoelektrane) s ciljem da se analiziraju mogućnosti održivosti razvoj oblasti nakon zatvaranja elektrane.

U celinama koje slede analiziraju se *brownfield* lokacije u Srbiji i mogućnost njihove ekoremedijacije sa posebnim osvrtom na *brownfield* lokacije EPS-a i analizu mogućnosti i opravdanosti njihove ekoremedijacije.

3. BROWNFIELD INVESTICIONE LOKACIJE U SRBIJI

Problemi zagađenja su često dugovečni, a najveći procenat zagađenja prirode nastao je dejstvom i uticajem čoveka i njegovih svakodnevnih aktivnosti. Naročito su kritična i problematična kumulativna zagađenja životne sredine koja nastaju u industrijskim postrojenjima i dugoročno ugrožavaju životnu sredinu zagađenjem zemljišta, vode i vazduha. Kako se emisije takvih kumulativnih zagađujućih materija nastavljaju, njihova ukupna akumulacija u zemlji, vazduhu, vodi i živim bićima neprekidno se povećava pa je nužno obezbediti zaštitu istih i smanjenje koncentracije štetnih materija u celini. Analize graničnih troškova oštećenja od zagađenja o kojima je ukratko bilo reči u prethodnim celinama rada uglavnom imaju kratkoročan efekat, za dugoročnije zaštitne mere, naročito kumulativnih zagađujućih materija koje dolaze od strane napuštenih industrijskih postrojenja i sl., neophodne su dugoročnije i opsežne mere, drugačija vrsta analize i specifične politike kontrole. Pitanje kumulativnih zagađujućih materija naročito je važno za globalne zagađujuće materije. Ugljenik, metan i hlorofluorugljenici emitovani u atmosferu prisutni su decenijama i imaju globalne efekte. Ovi i slični zagađujući materijali potiču od industrijske, građevinske

saobraćajne i druge infrastrukture koje imaju veliki negativan uticaj na životnu sredinu i globalne klimatske promene u strukturi gradova i sam proces nastanka *brownfield* lokacija.⁴⁰

U prethodnim razmatranjima evidentno je da, usled različitih faktora, nastaju *brownfield* (*braunfeld*) lokacije. Ove lokacije uglavnom su smeštene u urbanim sredinama gradova i pripadaju delu izgrađenog područja u gradovima, prigradskim mestima ili industrijskim zonama, a svojom pojavom i pasivnom aktivnošću znatno utiču na širu društvenu zajednicu u ekonomskom, estetskom i socijalnom smislu. Mogućnost prenamene ovih prostora je veoma kompleksan i neizvesan zadatak koji zahteva detaljnu i sveobuhvatnu studiju o primeni odgovarajućih mera dekontaminacije i prečišćavanja područja od potencijalnih zagađenja izazvanih emisijom štetnih materija u zemljište, vodu i vazduh pre nego što se isti stavi u ponovnu upotrebu za neku drugu namenu ili „vrati“ prirodi. Složenost ovog problema dodatno je povećao pad tradicionalne industrije i zanemarivanje nekadašnjih industrijskih lokacija, zbog stvarnog ili potencijalnog zagađenja koji ostavili su ožiljke na urbani pejzaž gradova širom evropskog kontinenta tokom i posle industrijske revolucije. Pregled pojma, definicija i najznačajnijih *brownfield* lokacija treba upravo započeti pregledom evropske i američke literature koji su se relativno prvi suočili sa problemom *brownfield* lokacija izazvanih napuštanjem industrijskih pogona i zatvaranjem fabrika.

3.1. POJAM I DEFINICIJA *BROWNFIELD* LOKACIJA

Nije lako i jednostavno definiati pojam *brownfield* lokacija. U praksi se ne može naći jednoobrazna i univerzalna definicija navedenog termina, već samo one definicije koje su najrasprostranjenije, a dolaze iz različitih zemalja. U najšire prihvaćene definicije *brownfield* lokacija ubrajaju se definicija iz SAD-a, Evropske Unije i Velike Britanije.

Prva upotreba pojma *brownfield* pojavljuje se početkom 80-tih godina prošlog veka. Pojam se koristio uglavnom za opisivanje procesa modernizacije postojećih čeličnih postrojenja u Americi⁴¹ kako bi označio prethodnu funkciju ali ne i nivo kontaminacije zemljišta.

Svoju definiciju pojma *brownfield* lokacije dala je i Američka agencija za zaštitu životne sredine⁴² u kojoj se pod *brownfield* lokacijama podrazumevaju „napušteni ili nedovoljno iskorišćeni industrijski, saobraćajni i drugi komercijalni objekti čiju ekspanziju ili ponovni razvoj ugrožava stvarno ili potencijalno zagađenje životne sredine.“⁴³

Od prvih definicija pojma *brownfield* pa do onih koje se danas najčešće primenjuju proteklo je skoro tri decenije. Jednu od opštijih definicija ovog pojma susreće se u dokumentu

⁴⁰ Перовић, Куртовић-Фолић, 2012

⁴¹ Capital No. 95 for Modernization and Expansion, 1980.

⁴² 118 о на: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015004575760;view=lup;seq=322>

⁴³ 77 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

iz 2001. godine koji opisuje „revitalizaciju *brownfield* lokacija i očuvanje prirodne sredine“⁴⁴. U dokumentu se navodi da: „se pod *brownfield* lokacijom podrazumeva lokacija čija ekspanzija, obnova ili ponovno korišćenje mogu biti ugroženi prisustvom ili potencijalnim prisustvom opasne supstance, zagađivača ili zagađenja“⁴⁵ pa je istu pre ponovne upotrebe neophodno revitalizovati i dekontaminirati. Prethodne konstatacije mogu se uočiti i u razmatranjima drugih istraživača i autora iz oblasti zaštite životne sredine. Na primer, Jaunt (*Yount*) ističe da *brownfield* lokacije treba da poseduju niz opštih i specifičnih određenja – svojstava kao što su:

- » trenutna i prethodna namena lokacije,
- » prostorni obuhvat,
- » nivo kontaminiranosti,
- » tip i efekat kontaminacije,
- » mogućnost i potencijal za ponovni razvoj.⁴⁶

Na osnovu prethodno pobrojanih detalja koji bi bili navedeni u definiciji *brownfield* lokacije moglo bi se nedvosmisleno okarakterisati o kom tipu lokacije se radi, kao i načinima na koje je moguće da kreatori politike održivog razvoja, kao i praktičari u rešavanju ekoloških i ekonomskih problema *brownfield* lokacija pristupe istim i pronadu adekvatno rešenje u sanaciji i remedijaciji istih na korist šire društvene zajednice.

Neke od najsavremenijih definicija *brownfield* lokacija ističu da su to lokacije ili njeni delovi koji imaju određeni nivo kontaminacije ali i potencijal za ponovni razvoj ili upotrebu.

U Velikoj Britaniji se može naići na sličnu definiciju *brownfield* lokacija, odnosno pod ovim lokacijama podrazumevaju se prethodno razvijena zemljišta tj. zemljišta koja su bila zaposednuta permanentnom strukturom (*izuzev poljoprivrede i šuma*) i pripadajućom fiksnom površinskom strukturom.

Iako ne postoji univerzalna definicija *brownfield* lokacije evidentno je da se one posmatraju kao neizostavan deo urbane isto⁶⁵ čiju je devastaciju neophodno zaustaviti kroz različite strategije zasnovane na različitim nivoima, počev od lokalnog preko regionalnog, nacionalnog pa sve do međunarodnog. Prednosti zaustavljanja devastacije urbanih delova grada i gradskog zemljišta ima višestruke prednosti. Među privima ističe se smanjenje pritiska na slobodne i zelene zone gradova usled sve veće potrebe za građevinskim zemljištem, potom ekonomske povoljnosti korišćenjem i obnovom prethodnih građevinskih objekata koji se više nekoriste u prvobitne svrhe preko estetskih i ekoloških preimućstava. Stoga je ovim prostorima neophodna urbana obnova usklađena sa konceptom održivosti i zaštitom životne sredine. O problemima *brownfield* lokacije sve se više govori i u zemljama u tranziciji.

3.2. UPRAVLJANJE *BROWNFIELD* LOKACIJAMA U SRBIJI

143

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 Иетро

U prethodnoj tematskoj celini poglavlja date su osnovne definicije pojma *brownfield*. Evidentno je da dati pojam nema jednoobraznu definiciju kao i to da se o pomenutom pojmu i samom konceptu veoma malo zna u manjim zemljama, kao i zemljama u tranziciji. Tako je i kod nas. Sam pojam *brownfield* je veoma malo poznat u Srbiji. Iako je kroz medijske i privredne projekte i programe određeni broj građana informisan sa pojmom *greenfield* investicija objašnjenje samog pojma *brownfield* kao recikliranja i dekontaminacije urbanog zemljišta i stavljanje istog u ponovnu upotrebu za druge svrhe uz istovremeno unapređenje životne sredine, u Srbiji je izostalo ili je poznato veoma malom broju ljudi koji se u okviru svojih poslovnih aktivnosti bave ovom tematikom. Takva zapažanja navode i nedvosmisleno ukazuju na to ⁷¹ da bi teorijska utemeljenja, praktični primeri i struka trebali pod hitno da se menjaju i da, ⁷² kroz upoznavanje sa suštinskim odlikama ovog pojma i mogućnostima koje pruža, pojam *brownfield* investicionih lokacija približi kako državnim organima, tako i lokalnim samoupravama. Takođe, sagledavajući jednu od najopštijih definicija samog pojma *brownfield* u kome se kao jedna od osobina ističe „ponovno korišćenje ruiniranih ili napuštenih gradskih lokacija“ kroz izgradnju novih profitabilni, rekreativnih i ili zdanja od javnog značaja može unaprediti svakodnevni život šire društvene zajednice, uz očuvanje životne sredine i „zelenih oaza“ onda postaje jasno koliku ulogu u ispitivanju, obnavljanju i ekoremedijaciji *brownfield* investicionih lokacija centara, treba da ima zakonska regulativa u Srbiji koja kako bi ispratila ovakve projekte i značajnije ih unapredila.

Evidentno je da se na teritoriji Republike Srbije nalaze brojne *brownfield* lokacije koje potiču od nekadašnjih industrijskih postrojenja, fabrika koje su u stečaju ili su zatvorene a koje su geografski locirane na ⁷³ rim i urbanim lokacijama, industrijskih kompleksa, napuštenih rudarskih kopova i dr., često u samom gradskom centru. Pored već pobrojanih lokacija u *brownfield* lokacije svrstavaju se još i sve neuređene oblasti, naselja, rečni vodotokovi i priobalja koja se nalaze u blizini urbanih naselja. Poslednjih nekoliko decenija ovakve lokacije su postale predmet interesovanja brojnih investitora u svetu upravo zbog mogućnosti njihove prenamene i iskorišćenja povoljnih lokacijskih područja i zbog atraktivnosti njihovog položaja. Sa interesovanjem investitora nameće se i pitanje same revitalizacije ovih objekata. Prvi poduhvati iskorišćenja *brownfield* industrijskih lokacija u druge svrhe pokrenute su SAD-u a odmah potom u zapadnoj Evropi. Danas se akcenat stavlja na istraživanje mogućnosti iskorišćenja i remedijacije *brownfield* lokacija zemalja u tranziciji. Sam proces obnavljanja i „prečišćavanja“ *brownfield* lokacije od štetnih materija koje su tokom eksploatacije dospele u tlo, podzemne vode ili vazduh relativno je spor i traje duži vremenski period. Da bi se dobila potpuno „zdrava“ sredina čija je ponovna upotreba moguća *brownfield* lokacije imaju više aspekata koje treba da zadovolje. U prvom redu to je ekonomski – *brownfield* lokacije su uglavnom izuzeztno dobre lokacije u urbanim sredinama. Zauzimaju površine koje su veoma dobro povezane sa saobraćajnom infrastrukturom i nalaze se na važnim lokacijama u gradovima. Ekološki aspekt *brownfield* lokacije treba da kroz ponovnu upotrebu i prenamenu ove lokacije obezbedi i vrati prirodi zdravu životnu sredinu. Socijalni aspekt odnosi se na to da sa prenamenom *brownfield* lokacije meštani dobiju komforniju i lepšu geografsku lokaciju čija je upotrebna vrednost znatno veća i značajnija posle sprovođenja remedijacije u odnosu na prethodnu situaciju. Drugim rečima, kroz

remedijaciju *brownfield* lokacije obezbeđuje se sticanje novih „ekonomskih vrednosti uz rešavanje određenih društvenih problema.“⁴⁷

Na primer, veoma interesantne i povoljne *brownfield* investicione lokacije u zemljama u tranziciji su napušteni industrijski objekti, proizvodne hale i kombinati, površinski rudarski kopovi, napušteni poljoprivredni kombinati, železnički i saobraćajni koridori i sl.

Uzroci nastajanja ovakvih prostora su različiti. U našoj zemlji oni su stvoreni kao posledica raspada velikih gigantskih industrijskih postrojenja, propadanja brojnih državnih preduzeća sa raspadom SFRJ, prelaskom preduzeća iz državne i društvene u lošu i pogubnu privatizaciju koja je kao rezultat imala stečajne postupke preratnih privrednih „giganata“, ekonomske sankcije tokom 90-tih, NATO bombardovanje krajem 90-tih i brojni drugi uzroci doveli su do pojave ovih lokacija. Na taj način se i dalje stvaraju *brownfield* lokacije, degradira se i uništava građevinski i infrastrukturni fond ovih prostora, i propuštaju ekonomski i drugi pozitivni efekti koje bi stvorila ponovna upotreba ovih prostora.

Brownfield lokacije se posmatraju kao neizostavan deo urbane istorije i memorije, pa je potrebno zaustaviti njihovu devastaciju. Korišćenjem prethodno izgrađenih prostora, usled povećanih potreba za građevinskim zemljištem, smanjio bi se pritisak na slobodne zelene zone gradova.⁴⁸ Stoga je ovim prostorima neophodna urbana obnova usklađena sa konceptom održivosti i zaštitom životne sredine. Drugim rečima, sve ove industrijske lokacije predstavljaju prostorni resurs određenog gradskog jezgra sa značajnim rezervama infrastrukture, građevinskog zemljišta i zelene površine. Prostor koji se nalazi u ovim zonama i te kako može imati i nuditi različite funkcije i sadržaje, pre svega rekreativne, zabavne, kulturne i uslužne. Efikasnim korišćenjem građevinskog zemljišta, koje je od strateške važnosti za svaku lokalnu zajednicu, mogu da se stvore uslovi za ekonomski razvoj i unapredi kvalitet života u gradu. Dakle, ekonomski, ekološki i društveno socijalni aspekt *brownfield* lokacija uglavnom je presudan za širu društvenu zajednicu pa se od preduzeća koja posluju u okviru ih očekuje da *brownfield* lokacije po eksploataciji urede i da im obezbede prenamenu. Da bi se prenamena lokacije izvršila neophodno je sprovesti postupak remedijacije i iz tla, podzemnih voda i vazduha neutralisati sve eventualne štetne materije koje mogu ugroziti životnu sredinu.

Isplativost mogućnosti prenamene *brownfield* lokacija isplativ je poduhvat ukoliko za tako nešto postoji adekvatan plan i strategija razvoja i prenamene iste. U realizaciji *brownfield* investicija najvažnije je usaglasiti želje i mogućnosti da se projekat izvede do kraja. Početni korak u celom projektu je donošenje odobrenja za izgradnju tj. prenamenu *brownfield* lokacije, a u skladu sa primenom važećih zakonskih instituta i pravnih okvira. Terminologija koja je kod nas u upotrebi podrazumeva: rekonstrukciju, dogradnju, adaptaciju, sanaciju, izgradnju *brownfield* lokacija. U našem zakonodavnom okviru za sada ne postoji precizirana obaveza da kompanija sprovodi rušenja postojećih objekata u cilju izgradnje novog objekta koji je predviđen planom.

Nepotreban objekat u našim industrijskim kompanijama se uglavnom sprovodi/uklanja na dva načina, i to:

1. voljom vlasnika objekta u skladu sa utvrđenim tržišnim principima;

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

⁴⁸ Даниловић и др., 2008

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 поседa корисника (*улице, тргови, примарна инфраструктура*). Са друге стране, према важећим прописима, не могу чак ни под принудним мерима интервенисати и утицати на пренамену локације. Пренамена локације једино је могућа према важећим тржишним принципима.⁴⁹

Закон о планирању и изградњи⁵⁰ предвиђа могућност локалним самоуправма ширење одређених повољних географских локација у државну својину уколико процени да ту географску локацију може да „уновчи“ на бољи и прихватљивији економски, еколошки и социо-културолошки начин, а према важећим законским механизмима и правним оквирима. Један од начина који се веома често користи је формирање јавно-приватних партнерстава и tzv. закључење Уговора о имплементацији, као саставни део просторних планова Ошштине. Још један од важних Закона којим се уређује однос својине између индустријских и привредних локација у урбаним градским срединама са локалним самоуправма 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 предвиђа се начин на који треба да буде уређена индустријска зона у урбаним градским срединама. Оно што је веома важно нагласити јесте чињеница да урбанistiчки планови градских зона треба да почивају на начелима одрживог развоја и да што функционалнје задовоље различите потребе ширег друштвеног милјеа. Такође, урбанističким плановима предвиђа се адекватна координација и фукационисање различитих привредних субјеката као и кооперација између суседних територијалних јединица и доступности јавним секторима. Урбанističки 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 стратегијски циљ Републике Србије састоји се у избору стратегија које ће обезбедити што квалитетнији и равнотан развој свих општина у Србији. Такође, просторним планом Србије дефинишу се приоритети просторног развоја и усаглашености са европским нормативима и standardima 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, doneta 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 запустених 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 GIS података о *brownfield* локацијама добијају се ефикаснији подаци о потенцијалним могућностима пренамене истих и формирању нове употребне вредности.

⁴⁹ Сл. гланик, РС бр. 88/10

⁵⁰ Сл. гланик, РС бр. 88/10

U narednim tematskim celinama rada detaljnije se analiziraju, opisuju i izdvajaju *brownfield* investicione lokacije EPS-a a u svrhu evidentiranja, formiranja kvalitetnih baza podataka i istraživanja mogućnosti ekoremedijacije istih. Cilj narednih tematskih celina rada sastoji se u teorijskom i empirijskom istraživanju uloge i značaja postupka sprovođenja plana ekoremedijacije *brownfield* investicionih lokacija EPS-a i mogućnostima i opravdanošću njihove prenamene.

4. BROWNFIELD INVESTICIONE LOKACIJE EPS-a

Formiranje ozbiljnije legislative, koja usmerava urbanu obnovu *brownfield*-a u skladu sa principima održivosti, povećalo je potrebu za regeneracijom napuštenih prostora u zelene otvorene javne gradske prostore.⁵¹ Savremeni razvoj grada treba da sadrži zelene prostore dostupne lokalnoj zajednici alternativnim vidovima saobraćaja u krugu od maksimalno 300 m od mesta stanovanja.⁵²

U izveštaju o stanju zemljišta u Republici Srbiji koji je priredilo Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2009), između ostalog, proučen je i kvalitet zemljišta gradskih zona i određene koncentracije opasnih i štetnih materija u zemljištu. Neki od prethodnih rezultata istraživanja kontaminacije zemljišta u blizini poslovnih i industrijskih kompleksa ističu da degradacija terena, prevashodno zemljišta nastaje usled nekontrolisanog ispuštanja opasnih supstanci i produkata iz proizvodnog procesa sa supstancama koje se nalaze kao osnovni sirovinasti sastav tla na datoj lokaciji. Lokacije⁵³ na kojima se odlaže čvrsti otpad ako nisu adekvatno izgrađene i opremljene narušavaju kvalitet okolnog zemljišta, površinskih i podzemnih⁷⁶ voda i predstavljaju opasnost za biodiverzitet i životnu sredinu u celini.⁵³

Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine („Sl. glasnik RS“ br. 88/2010) je najznačajniji dokument kojim se predviđa strategija prostornog planiranja i izgradnje industrijskih i stambenih objekata, kao i regionalni razvoj zemlje. U ovom dokumentu ukazuje se i na neke primarne potencijalne probleme savremene urbanizacije Srbije. U prvom redu objašnjavaju se postupci određenih izvora degradacije i zagađenja zemljišta i načini njihove sanacije i smanjenja. U najveće izvore zagađivača zemljišta ističu se rudarski baseni, jer oni prostorno posmatrano zauzimaju i najveće površine. Dva najveća rudarska basena u našoj zemlji su Kolubarski i Kostolački basen gde usled eksploatacije rudnih bogatstava dolazi i do najveće degradacije životne sredine, pa se moraju u razmatranje uzeti opežne mere kako bi se negativan uticaj eksploatacije rud iz ovih rudnika sveo na minimum. U najugroženija područja ("hot spots") ubrajaju se poručja u neposrednoj blizini rudnika, kao i industrijski objekti u njihovoj okolini. U značajne izvore zagađenja zemljišta ubrajaju se: TE Nikola Tesla (TENT) sa svojom deponijom pepela, Kopovi u Lazarevcu sa svojom deponijom pepela i šljake, kao i TE Kostolac. Pobrojane i druge slične lokacije

⁵¹ Loures et al., 2006

51

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

23

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)

захтевају предузимање свих расположивих preventivних мера за smanjenje загађења тла, вода и ваздуха током рада и експлоатације, као и korektivne мере санације локација на којима је дошло до испуштања загађујућих материја током престанка рада постројења, тј. спровођења поступка ремедијације.

У неколико strateških докумената истаје да се пре поступка примене неке од техника ремедијације треба спровести квалитетан поступак идентификације присутних загађујућих материја **41** конкретном подручју, испитивање концентрације и удела ових материја на конкретној локацији **као и њихов uticaj na zdravlje ljudi i животну средину.**⁵⁴ Другим речима, све географске локације у урбаним срединама на којим се спроводе индустријске активности подлежу процени uticaja на човека, флору и фауну и квалитет живота. Уколико су концентрације загађујућих материја изнад propisanih вредности neophodно је спровести поступак преčišćavanja тј. ремедијације простора на коме је дошло до загађења. Дакле, neoposredно по utvrđivanju прекорачења концентрација одређених штетних материја у земљишту, води или ваздуху emitovaniх из индустријских постројења приступа се tretmanу или уklanjanju истих. Током поступка спровођења dekontaminacije и ремедијације загађеног простора примењују се одређене технике ремедијације, које су доступне и isplative. Циљ ремедијационих техника је minimizacija antropogenог фак**23** и потпуно уклањање штетних материја или ukljњanje штетних материја до нивоа до кога неће **неће predstavljати pretnju по zdravlje ljudi и животну средину.**⁵⁵

Veoma је захтевно неку површину rekultivisати. Нарочито треба имати у виду да су поступци ремедијације и rekultivacije земљишта veoma слођени и често спадају у skupe projekte. Због своје neizvesне profitabilности за potencijалне инвеститоре *brownfield* локације постају neinteresantне и углавном остају напуштене што се kosi са principима заштите животне средине и са просторним планом у урбаним срединама. Ове површине по сваку цену морају се rekultivisати, а са добрим strateшким планом могу постати eko-braunfild паркoви, чији су основни принципи и структура усклађени са основним principима одрживости као и заштитом biodiverziteta и просторних obeležja локације.⁵⁶

Termoelektrane производе и огромне количине pepela који се neadekvatно складишти обично у непосредној близини речних токова. Procedне воде са deponija загађују и подземне воде. Zabrinjavajuћи податак је да на odlagalištima pepela у Србији има близу 170 милиона тона. Овај pepeo generисан је из ТЕ које обезбеђују око 2/3 ел. енергије за потребе EPS-а Србије и снабдевања потрошача.⁵⁷ Дакле, суштина бројних prethodних као и овог истраживања састоји се у анализи могућности и начина за санацију и revitalizaciju оштећених, загађених и угрожених екосистема и последица загађења, са циљем стварања здравље животне средине и unapredenja 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 pepела 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. OSNOVNI PODACI O ELEKTROPRIVREDI SRBIJE



„Јавно предузеће „Електропривреда Србије“ је привредни и енергетски ослонац земље.“⁵⁸ EPS-a u okviru svojih svakodnevih poslovnih aktivnosti obavlja poslove iz domena proizvodnje el. energije, električne i toplotne energije, distribucije električne energije i upravljanja distributivnim sistemom. Takođe, EPS obavlja eksploataciju lignita, upravljanje ekonomskim subjektom kao i delatnost kablovskim telekomunikacijama i dr.

Misija EPS-a je sigurno i kvalitetno snabdevanje kupaca el. energijom po najpovoljnijim uslovima u odnosu na konkurenciju i stalno podizanje kvaliteta svojih usluga. Pored toga, EPS vodi društveno odgovorno poslovanje i znatna sredstva izdvaja za unapređenje zaštitne životne sredine i opštu dobrobit zajednice u kojoj posluje. U obavljanju svojih poslovnih aktivnosti EPS predstavlja društveno odgovornu kompaniju koja je tržišno orijentisana. Tokom svojih poslovnih aktivnosti ova kompanija iz godine u godinu profitabilno posluje i svrstava se u red uspešnih kompanija konkurentnih na EU tržištu u oblasti energetike. Takođe, EPS je kompanija koja ima renomirani ugled i uticaj u regionalnom razvoju i poznata je kao dobar i poudan partner svim preduzećima.⁵⁹

Proizvodni kapaciteti EPS-a sastoje se od devet termoelektrana i toplanana sa ukupno instalisana 22 termobloka, šesnaest hidroelektrana sa ukupno instalisanih 49 hidroagregata, jednu reverzibilnu elektranu sa dva agregata i jedno pumpno postrojenje sa dve pumpe. Ukupna instalisana snaga kapaciteta ovih postrojenja je 8.355 MW od kojih se 5.171 MW proizvode u termoelektranama, 353 MW termoelektranama-toplanama na prirodni gas i tečna goriva i 2.831 MW u hidroelektranama.⁶⁰

Maksimalna godišnja proizvodnja elektrana kojima upravlja EPS, posmatrano od 1990. godine pa do danas ostvarena je 2013. godine kada je proizvedeno 37.433 GWh električne energije. Takođe, EPS je najveći proizvođač lignita u Srbiji koji upravlja rudarskim basenima Kolubara i Kostolac i proizvodi 37 miliona tona lignita godišnje.

U proizvodnji el. energije dominiraju termoelektrane i toplane. Od ukupnog instaliranog kapaciteta u proizvodnji električne energije kojim EPS raspolaže 70% instalisane snage pripada termoelektranama i toplanama, a 30% čini učešće hidroelektrana.

Podaci o najznačajnijim instalisanim kapacitetima kojima EPS raspolaže bez Kosova i Metohije dati su u narednim tabelama:

Tabela 1. Pregled termoelektrana u sastavu JP EPS

Br.	Termoelektrana	Lokacija	Broj blokova	Instalisana snaga MW
-----	----------------	----------	--------------	----------------------

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

⁵⁹ Исти извор

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

1	TE Nikola Tesla A	Obrenovac	6	1652
2	TE Nikola Tesla B	Obrenovac	2	1240
3	TE Kolubara	Crljeni	5	271
4	TE Morava	Svilajnac	1	125
5	TE Kostolac A i B	Kostolac	4	921
Ukupna instalisana snaga (MW):				4209

134

Na osnovu ilustrativnih podataka u prethodnoj tabeli evidentno je da od ukupno instalisanog kapaciteta od 4209 MW, TE „Nikola Tesla A i B“ priprada snaga od 2.892 MW. Godišnja proizvodnja samo u ovoj TE iznosi 17.263 GWh, što čini oko 47% proizvodnje električne energije EPS-a, a godišnja proizvodnja u 2016. godini ostvarena radom pobrojanih TE iznosila je 25.106 GWh, što čini oko 69% proizvodnje električne energije EPS-a. Svakako u ovu statistiku ubraja se i rad TE-TO koje rade u sastavu Panonskih TE-TO sa sledećim instalisanim kapacitetima:

Tabela 2. Pregled termoelektrana-toplana u sastavu JP EPS – panonske termoelektrane toplane

Br.	Termoelektrana-Toplana	Broj blokova	Instalisana snaga na pragu (MW)
93			
1	TE-TO Novi Sad	2	208
2	TE-TO Zrenjanin	2	125
3	TE-TO Sremska Mitrovica	3	45
Ukupna instalisana snaga (MW):			378

Kao što je već rečeno EPS raspolaže i sa 16 hidroelektrana čija je ukupna instalisana snaga 2936 MW. Na osnovu ovih instalisanih kapaciteta godišnje se proizvede oko 11.308 GWh, što čini oko 31% proizvodnje električne energije EPS-a. Najveće su HE „Đerdap 1 i 2“ sa instalisanom snagom 1369 MW, i one učestvuju sa godišnjom proizvodnjom od 7072 GWh, što čini oko 19% proizvodnje električne energije EPS-a. Druge po redu i važnosti u proizvodnji i distribuciji el. energije su „Drinsko-Limske HE“. Ukupno instalisana snaga u ovih 9 HE je 1359 MW, a ove HE godišnje proizvedu oko 3760 GWh, što čini oko 10% proizvodnje električne energije EPS-a. Sa svojim proizvodnim kapacitetima EPS pružava efikasan oslonac privredi i građanima Srbije i pouzdanog partnera u promociji održivog razvoja u ekonomskom, socijalnom i ekološkom smislu. Takođe, EPS kroz koncept društveno odgovornog poslovanja nastoji da doprinese razvoju i blagostanju zajednice u kojoj posluje.

Menadžment EPS-a svoju poslovnu politiku zasniva na strateškim principima koji decidno jasno naglašavaju da se profitabilnost i poslovni uspeh kompanije ne meri isključivo rezultatima u brojkama, već zalaganjem i očuvanjem prirode kroz društveno odgovorno poslovanje i zaštitu životne sredine. U tom pogledu, misija EPS-a je, pored profitabilnog poslovanja, uspostavljanje sistemskih rešenja koja će unaprediti kvalitet života i zaštitu životne sredine na duže staze. „Zato EPS svu svoju pažnju usmerava na zaštitu životne sredine, društveno odgovorno poslovanje i razvoj svesti o značaju zdrave životne sredine za društvo u celini. Kako bi smanjio emisiju štetnih materija koji se iz postrojenja ovog giganta neminovno emituju u zemljište, vodu i vazduh, EPS značajna finansijska sredstva izdvaja na

izgradnji filtera i sprovođenju drugih preventivnih mera kako bi se ovaj negativan uticaj što intenzivnije smanjio. Takođe, EPS značajna sredstva izdvaja za postupke remedijacije određenih napuštenih lokacija i pogona koji su u njegovom vlasništvu. I na kraju, EPS svoj rad i proizvodnju el. energije usklađuje sa normativima kako domaćeg, tako i zakonodavstva Evropske unije.⁶¹

Kroz svoj rad, a u skladu sa nacionalnim i međunarodnim direktivama o zaštiti životne sredine, EPS se obavezala da¹¹⁶ no poboljšava stanje na polju zaštite životne sredine. Stalno poboljšanje stanja na polju zaštite životne sredine predstavlja osnovni cilj politike zaštite životne sredine EPS-a, usvajanjem efikasnih programa zaštite životne sredine, kao i obezbeđenjem materijalnih i drugih sredstava za ove programe.

U planskim i programskim dokumentima EPS-a ističe se kontinualni razvoj unapređenja, praćenja i izveštavanja o rezultatima unapređenja i zaštite životne sredine u svojim postrojenjima. Takođe, naglašava se da će problematika zaštite životne sredine u EPS-u biti rešavana na sistematičan, objektivan, svrsishodan i transparentan način. U svojim planskim aktivnostima za¹⁰² i od 2010 – 2020. godina EPS ističe da će se uspostaviti i održavati komunikacija sa zainteresovanim stranama i drugim relevantnim organizacijama, u cilju razmene neophodnih informacija. Ova politika će biti dostupna svim zainteresovanim učesnicima. JP EPS redovno objavljuje informacije o svojim rezultatima na polju zaštite životne sredine kroz svoje publikacije kao što su: „Zelena knjiga“, „RBK i energetika“ i dr. u kojima ističe sve značajne aktivnosti na polju zaštite životne sredine pri obavljanju svoje osnovne poslovne delatnosti. Kroz prethodna razmatranja evidentno je da EPS oko 70% svoje el. energije proizvodi iz termoelektrana. Značajna poslovna aktivnost EPS-a sastoji se i u proizvodnji i prodaji uglja sa površinskih kopova Kolubarskog basena. Ako se ima u vidu da termoelektrane pri svojoj proizvodnji koriste relativno zastarelu tehnologiju koja emituje u vazduh, vodu i tlo izvesne primese opasnih i štetnih materija, onda se pitanje zaštite životne sredine na ovim lokalitetima mora uzeti u razmatranje sa velikom pažnjom i sa analizom velikog broja različitih i međusobno oprečnih faktora. Sam tehnološki proces proizvodnje el.energije iz termoelektrana je voma složen i zahtevan pa s tim u vezi neophodno je pratiti kvalitet rada ovih postrojenja. Takođe, nacionalnim i međunarodnim direktivama neophodno je unaprediti poslovni proces i proizvodnju el. energije dobijene iz TE uz poštovanje najviših standarda¹³² štiti životne sredine. U narednim tematskim celinama ovog poglavlja akcenat se stavlja na analizu i sagledavanje postojećeg stanja životne sredine na području termoelektrana i u neposrednoj blizini istih. Takođe, sagledavaju se načini na i mogućnosti kako napuštene i brownfield lokacije EPS-a pretvoriti u korisne sredine i preurediti njihovu namenu, a sam postupak i proces remedijacije učiniti ekonomski isplativim i održivim.

4.2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PRIRODNE SREDINE

Regeneracija brownfield-a se često posmatra kao projekat za javno dobro, jer uglavnom pripada neprofitabilnim projektima, kojim se napušteni železnički koridori, napušteni rudarski baseni, industrijski objekti, postrojenja termoelektrana i sl. transformišu u zelene koridore i površine (greenways, greenfields). Zeleni koridori i površine obuhvataju širok spektar zelenih prostora: linearne otvorene prostore uspostavljene duž prirodnog

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

koridora i pretvorene u rekreativnu namenu; svaki prirodni ili ureden pravac za pešačenje ili vožnju bicikla; konekcionni otvoren prostor koji povezuje parkove, rezervate prirode, kulturna dobra ili istorijske lokalitete jedne sa drugima i sa naseljenim područjima, i određene pravce ili linearne parkove (*linear park*) označene kao širok sceničan put sa zelenilom (*parkway*) ili zeleni pojas (*greenbelt*).⁶²

Istraživanje zemljišta u gradovima je važno kako sa naučnog, tako i sa aspekta održivog razvoja, a potrebe za ekoremedijacijom u poslednje vreme sve su očiglednije i nužnije. O problemu promene i degradacije životne sredine svedoče brojna teorijska i primenjena istraživanja, kao i procene od strane UN-a koje na početku 21. veka, iznose podatke da oko polovine svetskog stanovništva (3 milijarde) živi u urbanim sredinama. Nužnošću, značaju i potrebama zaštite i pravilnog korišćenja zemljišta u gradovima u cilju planiranja održivog razvoja gradova i funkcionalnijeg života gradskog stanovništva bavili su se brojni autori u svetu⁶³ kao i brojni domaći autori. Prema sprovedenim istraživanjima zemljišta u urbanim sredinama posmatraju se u kontekstu fizički poremećenih zemljišta, tj. „antropogenih zemljišta“⁶⁴, na koja je uticao čovek svojim radom i delovanjem. Zemljišta koja nisu fizički poremećena, ali je izmenjena njihova temperatura i vlažnost usled urbanizacije takođe spadaju u gradska zemljišta.⁶⁵

U stručnoj literaturi date su različite definicije zemljišta u gradovima kao na primer: „zemljišni materijal koji ima neagrikulturalni, veštački površinski sloj moćnosti najmanje 50 cm koji je stvoren mešanjem, punjenjem i zagađivanjem površine tla u gradskim i prigradskim područjima“.⁶⁶ U potencijalne zagađivače gradskog zemljišta koji su široko zastupljeni u gradskoj životnoj sredini su:

- » **Olovo** koje se u prošlosti koristilo kao dodatak boji i benzinu,
- » **Arsen** koji se naširoko koristio za zaštitu drveta, kao đubrivo i pesticid,
- » **Kadmijum** koji je ušao u životnu sredinu usled nekontrolisanog spaljivanja uglja i smeća i
- » **Policiklični aromatični ugljovodonici (PAU)** koji se stvaraju prilikom nepotpunog sagorevanja organske materije.⁶⁷

Zagađivači kao što su: olovo, arsen, kadmijum i PAU se mogu pronaći u višim koncentracijama od dozvoljenih u blizini industrijskih postrojenja (npr. proizvodnja pesticida, veštačkih đubriva, u blizini termoelektrana i drugih industrijskih postrojenja).

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). Natural 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.

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

U tabeli je dat prikaz maksimalnih dozvoljenih koncentracija (MDK) opasnih i štetnih materija prema propisima Savezne Republike Jugoslavije koji i dalje važi za Republiku Srbiju. Takođe, dat je i prikaz MDK prema pravilniku veća Evrope.

42
Tabela 3. Maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK) opasnih i štetnih materija u zemljištu u Srbiji

Element	Sl.glasnik RS broj 23/1994	Pravilnik veća Evrope 2092/91	28 (mg/kg vazdušno suvog zemljišta) Pravilnik o metodama organske biljne proizvodnje Sl.list SRJ, 51/2002
Kadmijum	3	2	0,8
Olovo	100	100	50
Živa	2	1	0,8
Arsen	23	-	10
Hrom	100	160	50
Nikl	50	50	30
Fluor	300	-	-
Bakar	100	50	50
Cink	300	150	150
Bor	50	-	-
Molidben	-	-	10
Kobalt	-	-	30

Izvor: Kastori i sar., 2003

U tematskim celinama ovog poglavlja detaljnije se analizira stanje i problemi gradskog zemljišta u Republici Srbiji u okolini termoelektrana. Takođe, u tematskim celinama poglavlja detaljnije se analizira i opisuje uloga, svrha i značaj remedijacije zemljišta u termoelektranama tokom eksploatacije uglja i procesa proizvodnje električne energije. Akcenat je stavljen na terenska istraživanja i ispitivanje *brownfield* investicionih lokacija na području TE Kolubara, TENT A, TENT B, Ogranka TE-KO Kostolac, TE Morava, TE-TO Novi Sad, TE-TO Zrenjanin, TE-TO Sremska Mitrovica i Kolubare Prerada. U istraživanju su zastupljeni prostorni, ekološki, ekonomski i socijalni aspekti. Takođe, u analizi, deskripciji terenskim istraživanjima zastupljena su i primenjena sadašnja stručna i naučna istraživanja, primenjena i stručna literatura u vidu naučnih radova publikovanih u respektabilnim međunarodnim i domaćim naučnim časopisima, kao i brojni izveštaji i analize međunarodnih i domaćih asocijacija i agencija koje se bave ocenom stanja zemljišta i zaštitom životne sredine. U ovoj kategoriji najugroženijih područja su i naselja u kolubarskom basenu i područja u okolini TENT A i TENT B. U ugrožena područja se ubrajaju sva ona područja na kojima su prekoračene dozvoljene granične vrednosti. To su urbana područja, područja površinskih kopova uglja, deponije pepela i šljake, termoelektrane i dr. Ova područja tokom eksploatacije i rada ispuštaju opasne čestice prašine i teške metale čije čestice dospevaju u zemlju, vodu i vazduh, mešajući se sa ostalim česticama. U situacijama kada one pređu dozvoljene vrednosti negativno utiču na ljude, floru i faunu i kvalitet života u celini.

Politika kompanije takva da svojim strateškim rešenjima i projektima utiče na kvalitet poslovnih aktivnosti kako bi se smanjila dalja deradacija i ugrožavanje životne sredine. Drugim rečima, EPS prepoznaje nužnost revitalizacije i dekotaminacije degradirane i ugrožene životne sredine u neposrednoj blizini rudarskih kopova, termoelektrana i pratećih objekata na kojima se stvaraju i akumuliraju produkti sagorevanja uglja koji sa sobom nose zagađujuće čestice i primeše teških metala. Opšti cilj dekontaminacije i revitalizacije ovakvih prostora je stvaranje kvalitetnijeg ambijenta i čiste životne sredine. Kao što je već rečeno, kod nas, u ovoj kategoriji najugroženijih područja su naselja u kolubarskom basenu. Naselja u U Obrenovcu, Lazarevcu i Kostolcu tretiraju se kao zagađena područja sa velikim količinama letećeg pepela nastalog sagorevanjem uglja u termoelektranama i pri procesu proizvodnje električne energije.

U postupku obezbeđenja zaštite životne sredine i smanjenju zagađujućih materija na pobrojanim geografskim lokacijama od 2020. je izvesni strateški prioritet koji u prvom redu hitnosti treba da obezbedi zaustavljanje gubitka zemljišta i očuvanje i poboljšanje njegovog kvaliteta. Za realizaciju ovog strateškog zadatka neophodno je obezbediti kvalitetnu remedijaciju na određenom kontaminiranom području i sprovođenje drugih tehničkih mera kojima se efikasno obezbeđuje zaštita od erozije. Prioritetne aktivnosti u oblasti zaštitne životne sredine obuhvataju projekte u domenu energetike u okviru kojih treba pronaći adekvatne načine za smanjenje zagađenja, potom obezbediti načine za kvalitetno skladištenje i iskorišćavanje letećeg pepela i šljake. Pored toga, veom bitno je i kvalitetno odsumporavanje dimnih gasova u TE Kostolac i TE Nikola Tesla B, odpepeljavanje TE Nikola Tesla A. Pre nego što se detaljnije pređe na analizu remedijacionih analiza i remedijacione aktivnosti koje treba preduzeti u smanjenju devastiranih površina pobrojanih termoelektrana u Srbiji važno je istaći da je istraživanje „Fondacije Mreža“ za promene jugoistočne Evrope došlo do kvalitativnih podataka o neophodnosti sanacije termoelektrana i njihovih blokova u zemljama balkanskog regiona od 2025. do 2030. godine, zbog korišćenja starih i neproaktivnih TE postupaka koji nezadovoljavaju propisane EU standarde. Konkretno u Srbiji bi trebalo da se izmeni oprema i način proizvodnje električne energije na čak pet TE objekata n to: termoelektrane Morava, Kostolac, „Nikola Tesla“ i Kolubara.

4.3. ODABIRANJE NAJPRIKLADNIJEG MODELA PRIMENE EKOREMEDIJACIJE

U prethodnim tematskim celinama ovog rada je opisana analiza postojećeg stanja životne sredine u okolini termoelektrana u Srbiji. Evidentno je da termoelektrane, rudarski kopovi i prateća postrojenja za proizvodnju el. energije emituju određeni nivo zagađujućih materija i otpadnih produkata u zemlju, vazduh i vodu čime remete biodiverzitet i ekosistem u izvesnoj meri. Kako bi se sprečila emisija štetnih materija u zemlju, vodu i vazduh, a samim tim i sprečilo narušavanje životne sredine u praksi se primenjuju različite mere i tehnike zaštite. U ovoj tematskoj celini rada se razmatraju adekvatne tehnike i modeli ekoremedijacije kao veom 21 priznate i prepoznate tehnike i kvalitetnog osnova za zaštitu životne sredine i izlaženje iz krize u koju je savremeni čovek dospao zbog svog odnosa prema prirodnoj sredini. Primena ekoremedijacije je jedan pravi način da se savremeni čovek osvrne i da pronade put kako da zaštiti svoje okruženje i životnu sredinu. Tehnike ekoremedijacije

podrazumevaju konkretne preventivne i kurativne postupke za rešavanje problema u životnoj sredini s prirodnim sistemima i procesima.

Izborom i primenom najprikladnijih tehnika ekoremedijacije uspostavlja se proces obnavljanja životne sredine i zaštita prirodnih resursa na potpuno prirodan način. Ispitani i primenjeni ekoremedijacioni pristupi po svom karakteru obično su višenamenski, dugoročni i imaju društveno pozitivne učinke jer povezuju životnu sredinu sa ekonomskim i društvenim razvojem. Među najpoznatijim ekoremedijacionim tehničkim merama i pristupima su:

- » upotreba odgovarajućih prečišćivača otpadnih voda na bazi biljaka,
- » primena postupka fitoremedijacije u sanaciji zagađenog zemljišta,
- » isčeđenje određenih zona vegetacije za zaštitu voda,
- » tampon zone za očuvanje biološke raznolikosti,
- » mere za smanjenje i zaštitu od poplava i suša,
- » održive sanacije deponija.

Važan faktor za održivi razvoj unapređenja životne sredine primenom ekoremedijacionih tehnika na lokacijama u okolini termoelektrana, deponija pepela, površinskih kopova, kao i na drugim *brownfield* lokacijama koje su u posedu EPS-a jeste obrazovanje i analiza efekata primenjenih ERM rešenja. Najprikladnije tehnike remedijacionih projekata koje dovode do smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu treba primenjevati i o njihovim efektima i mogućnostima regeneracije određenog lokaliteta edukovati zaposlene u EPS-u. Prilikom iskopavanja uglja sa površinskih kopova rudarskih basena dolazi do degradiranja zemljišta i stvaranja jalovišta. Mašine koje kopaju ugalj prvobitno skidaju plodni površinski sloj zemljišta, a potom se skidaju slojevi jalovine da bi se došlo do uglja. Sloj jalovine zavisi od konfiguracije terena. U ovom sloju su najčešće neprodktivni slojevi zemljišta koji mogu biti: šljunkovite, glinovite ili peskovite strukture. Ugalj koji se iskopa transportuje se do termoelektrane, dok se sloj jalovine nastao u postupku eksploatacije raspoređuje po okolnom zemljištu. Neselektivnim odlaganjem jalovine po površini zemlje, dolazi do taloženja nepolodnog materijala na površini, a plodni površinski slojevi dospevaju na veće dubine. Na površini nastaje stvaranje tzv. deposola, a plodno zemljište se razara i uništava. Sa pojavom deposola nastaje nova struktura sloja zemljišta sa značajno degradiranim sposobnostima u odnosu na prvobitno. Ugalj se na različite načine transportuje do termoelektrana. Sagorevanjem uglja u kotlovima termoelektrana uz proizvodnju el.energije se kao nusprodukti gomilaju velike količine pepela i šljake koje se skladište na određenom prostoru i dovode do degradacije zemljišta i podzemnih voda. Takođe, čestice pepela prisutne su i u vazduhu i utiču na njegov sastav. Ovi negativni uticaji moraju se minimizirati i njihov uticaj svesti na najmanju moguću meru i onu koja je nacionalnim propisima i direktivama EU propisana i dozvoljena. U tom pogledu veoma je važno zaposlene i odgovorna lica u EPS-u edukovati kroz različite programske sadržaje i predavanja na temu značaja zaštite životne sredine. Narčito treba imati u vidu da se „zemljište u prirodi sporo obrazuje, a u procesu degradacije brzo uništava.“⁶⁸ Ako se ovo uzme u obzir nužnost za ekoremedijacijom degradiranih površina izazvanih odlaganjem jalovina i deposola u okolini rudnika i termoelektrana postaje još izraženija. Kako je rudarstvo i eksploatacija ruda usko vezana sa fizičkom destrukcijom zemljišta i ima uticaja na „neposrednu atmosferu,

⁶⁸ Дражић, Г. (2010), Екоремедијације, Факултет за примењену екологију Футура, Београд, стр. 178

pedosferu, hidrosferu i živi svet, odnosno celi ekosistem“ potrebno je preduzeti adekvatne mere i tehnike za remedijaciju ovih površina.

Od nekih dosadašnjih aktivnosti po pitanju zaštite životne sredine, sanacije i rekultivacije zemljišta tokom eksploatacije uglja mogu se navesti primeri EPS-a koji se preduzimaju u cilju minimizacije problema degradacije zemljišta. Tu svakako treba istaći primer sanacije jalovišta, odlagališta pepela i šljake sa površinskog kopna „Drmno“ u Kostolcu.

Od početka proizvodnje uglja sa ovog kopa, koja je započeta krajem osamdesetih godina prošlog veka, tačnije 1987 godine u planskim dokumentima i elaboratu o površinskom kopnu itaknuto je da se sa ovog kopa očekuje godišnja proizvodnja od oko devet miliona tona uglja uz 20 miliona tona otkrivke. Takođe, eksploataciju na kopu „Drmno“ mora paralelno da prate aktivnosti na skidanju jalovine i odvodnjavanju ležišta, uz istovremeno rešavanje pratećih problema kao što su jalovišta, pepelišta i zaštita životne sredine. Uz dosledno poštovanje tehnologije otkopavanja i njenog unapređivanja radi stalne i sigurne obezbeđenosti ugljem svih termoelektrana, ovaj kop će, prema nekim planskim dokumentima, zadovoljavati postojeće kapacitete u narednih četrdesetak godina. U tom periodu se moraju planirati sve aktivnosti na eksploataciji, odvodnjavanju, odlaganju jalovine i pepela, rekultivaciji odlagališta, kao i ostale prateće, a po zakonu obavezne aktivnosti na polju zaštite životne sredine.



Slika 4. Izgled površinskog kopa Kostolac u blizini TE-TO Kostolac

Izvor: <http://www.te-ko.rs/>



Slika 5. Postupak remedijacije otvorenog jalovišta „Drmno“ u rudniku Kostolac – 2012.god.

Izvor: <http://riokostolac.rs/sadrzaj/stranica/rekulativacija>



Slika 6. Izgled zasada 2016. godine na jalovištu Drmno posle sprovedene remedijacije

Izvor: <https://www.danas.rs/ekonomija/uredjeno-oko-30-hektara-zemljista/>

Kao što se može primetiti sa prethodnih ilustracija prekopavanje velikih površina zemljišta ima za posledicu degradaciju humusa, poremećaj strukture zemljišta, degradaciju biljnih i životinjskih zajednica koje u njemu imaju staništa, odnosno remeti se čitav ekosistem na velikom prostoru. Da bi se zemljište vratilo prvobitnoj nameni ili se obezbedila adekvatna prenamena ovog prostora i sačuvao adekvatan biopdiverzitet nophodno je izvršiti rekultivaciju zemljišta. Pod rekultivacijom se podrazumeva ponovno uspostavljanje biljnih zajednica (*vegetacije*) na području degradiranom površinskom eksploatacijom.⁶⁹

Sagledavajući prezentovane podatke nekih ranijih istaživanja dolazi se do podataka da se prilikom formiranja odlagališta (*deponije jalovine*) sve do nedavno nije vodilo računa o biološkom sastavu tla koje se postavlja na površini odlagališta. Dešavalo se da humusni sloj ostaje zatrpan slojem jalovine. Zbog takvog načina odlaganja nastajale su sasvim druge fizičko–mehaničke i hemijske karakteristike koje su dodatno menjale i uticale na sastav zemljišta i njegovu plodnost. Takođe, usled različitih osobina jalovine koja se na dati prostor skladištila celokupan sastav je postajao veoma heterogen, a često je sadržao i određene koncentracije i primese teških i štetnih metala (*videti podatke u tabelama 4 i 5*).

Tabela 4. Granulometrijski jalovišta na površinskom kopnu „Drmno“ Kostolac

Dubina Profila (cm)	pesak		prah	glina	Ukupno (%)		tekstura
	krupan >0.2	sitan 0.2 - 0.02			pesak <0.2	glina >0.02	
0 - 20	3.10	15.90	28.90	52.10	19.00	81.00	glina
20 - 40	4.60	36.70	45.00	13.70	41.30	58.70	ilovača

Izvor: Djulaković et al., 2002, prema Institutu za zemljište, 1984.

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

Na osnovu ispitanih uzoraka uzetih sa lokacija (po klasifikaciji teksturnog trougla) na kojima se odlaže otpadni materijal na površinskom kopnu „Drmno“ evidentno je da se radi o zemljišnom profilu koji u gornjem slojevima pripada glinuši, a u slojevima od 20 do 40 cm dubine ilovačama. Prema podacima iz tabele 4 evidentno je da ukupna zastupljenost peska u zemljišnom sastavu 19% u slojevima do 20 cm dubine, a pesak je znatno izraženiji u dubljim slojevima i kreće se do 41.30%. Glina je dominantna u površinskim slojevima i to čak do 81% (videti tabelu 4.).

Tabela 5. Agrohemijske osobine jalovine sa površinskog kopa „Drmno“ Kostolac

Dubina zem. Profila (cm)	pH u KCl	hemijski sastav				
		humus (%)	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

Izvor: Djulaković et al., 2002, prema Institutu za zemljište, 1984.

Po svom hemijskom sastavu ovo zemljište je slabo do srednje karbonatno zemljište. Prema prezentovanim podacima u tabelama koncentracija kalcijuma uzima vrednosti od 4.90%, (u sloju od 0–20 cm), do 6.30% (u sloju 20–40 cm). Ova koncentracija kalcijuma ukazuje na slabo baznu reakciju (pH – 7.5). Jalovina u sebi sadrži i nizak procenat humusa 1.67% humusa. Ispitivano zemljište siromašno je azotom (0. 02%) i fosforom (5.20–5.40 mg/100g), a dobro obezbeđeno kalijumom (27.9–30.0 mg/100g).

131 Početkom XXI veka znatno više napora, energije, znanja i pažnje posvećuje se zaštiti životne sredine, pa s tim u vezi značajna pažnja se posvećuje rekultivaciji zemljišta i njegovoj prvobitnoj nameni. Takođe, pored prethodnih aktivnosti i merenja vodi se računa i o pristupu teških metala i njihove koncentracije u zemljištu. Zatim se analiziraju načini i mehanizmi rekultivacije i remedijacije takvih površina.

Tehnika remedijacije sprovodi se kroz dva ključna dela. Prvi deo čine tehnički poslovi na pripremi terena koji se želi rekultivisati. U spisku aktivnosti svakako treba ubrojati ravnanje terena, nanošenje humusnog sloja i dodavanje određenih minerala kako bi odlagališta postala pogodna za savremenu poljoprivrednu obradu i upotrebu odgovarajućih poljoprivrednih mašina. Drugi deo rekultivacije predstavlja izbor biljnih vrsta koje se mogu zasaditi na odlagalištima i posle čije sadnje i rasta se može određeni prostor pretvoriti i osposobiti u plodno zemljište namenjeno poljoprivrednoj ili nekoj drugoj proizvodnji.

Iako je sam proces rekultivacije i ekoremedijacije spor i zahtevan proces on daje svoje rezultate i efekte. To pokazuju i brojna istraživanja na osnovu kojih se može primetiti da se samo na području TE-TO Kostolac od prvih radova na rekultivaciji koji su započeti su od 1970. godine na odlagalištima površinskih kopova Kostolac, Klenovnik i Đirikovac, a nastavljani su na odlagalištima površinskog kopa Drmno pa do 2011. godine rekultivisano i obnovljeno preko 700 hektara. Struktura i tip biološke rekultivacije na posmatranom području data je u narednoj tabeli.

Tabela 6. Rekultivisane površine odlagališta jalovišta u TE-TO Kostolac do 2011. godine

Tip biološke rekultivacije	Kostolac - Kelnovik	Ćirikovac	Drmno	UKUPNO	
				ha	%
Šumska rekultivacija - šume	197.00	127.00	118.00	442.00	61.89
Poljoprivredna rekultivacija	0.00	1.67	90.00	90.00	12.60
Ratarske kulture	39.00	103.00	3.00	145.00	20.30
Livadsko - travne površine	18.00	7.00	10.00	35.00	4.90
Voćnaci i vinogradi	2.00	0.00	0.15	2.15	0.30
UKUPNA BIOLOŠKA REKULTIVACIJA	256.00	237.00	221.15	714.15	100.00

Izvor: Miloradović, J. (2012), Rekultivacija i ozelenjavanje Kostolac, Researchgate, str. 48

U tom pogledu je najviše rekultivacionih napora uložilo je preduzeće Rekultivacija i ozelenjavanje iz Kostolca, osnovano prvo kao radna jedinica u okviru TE-TO Kostolac i JP Kopovi, a od 2005. godine DP Rekultivacija i ozelenjavanje.⁷⁰

4.4. NACIONALNI I MEĐUNARODNI INSTRUMENTI I STANDARDI

Prvi korak u spovođenju planske i sistematske akcije na regeneraciji *brownfield*-a sastoji se u trenutnom utvrđivanju trenutnog stanja. Budžet za regeneraciju *brownfield* lokacije je važna stavka za uspeh u sprovođenju iste. Takođe, važnu ulogu u unapređenju životne sredine imaju državni organi koji pored planova, budžeta postavljaju rokove i zadatke koje investitori i kompanije treba da ispune. Danas se sve veći akcenat stavlja na izradu jedinstvenog katastra *brownfield* lokacija u koje bi imali uvid svi državni organi, dok je primarni zadatak lokalnih samouprava da na svojoj teritoriji *brownfield* lokacije regenerišu u skladu sa prostornim i urbanističkim planom u saradnji sa kompanijama i preduzećima koja su dovela do pojave *brownfield* lokacije.

Listu prioriteta uređenja *brownfield* lokacija nije lako i jednostavno odrediti. Neka osnovna klasifikacija ovih devastiranih površina na:

- » pogone i objekte koje je koristila industrija;
- » objekte koje je koristila vojska;
- » objekte i lokacije koje su koristile poljoprivredne zadruge, i
- » pogoni i objekti koji su korišćeni za šire društvene potrebe.⁷¹

Prethodno data podela devastiranih područja u okviru *brownfield* lokacija nije dovoljna prilikom određivanja prioriteta i važnosti sanacije, jer ne ukazuje na ekonomsku atraktivnost pojedinih *brownfield* lokacija. Inventarisanje *brownfield*-a još uvek nije u Srbiji na sistematičan i svobuhvatan načinu uređeno. A kada to bude slučaj, svakako će se pokazati

⁷⁰ <http://www.riokostolac.rs/>

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

da se radi o velikom neiskorišćenom potencijalu koji je potrebno, nužno i značajno rekultivisati i pretvoriti u korisnu površinu druge namene od one je tu prvobitno postojala. Danas u Srbiji postoji više od pet³⁶et brownfield lokacija različitih površina koje su napuštene i neiskorišćene. Upravo zbog velikog broja napuštenih ili slabo iskorišćenih industrijskih i drugih lokacija, kao i zbog visokih troškova njihove revitalizacije, izbor prioriternih brownfield lokacija jedan je od ključnih elemenata planske politike i nacionalne strategije za sprovođenje iste. Pored adekvatnih nacionalnih dokumenata koji su važni za uređenje i regulaciju brownfield lokacija (videti sliku 7) potrebno je u obzir uzeti i iskustva drugih zemalja kao i uskladiti nacionalnu regulativu sa međunarodnim pravnim aktima. Na primer, neki objekat društvene ili socijalne gradnje u centralnom gradskom području, ima značajniji ekonomski, estetski, funkcionalni i društveni potencijal od napuštenog industrijskog pogona smeštenog u industrijskoj zoni bez adekvatne saobraćajne i komunalne mreže i koji je izložen zagađenju okolnog područja. Prethodni primer jasno ukazuje na činjenicu da je lista prioriteta zgrada i objekata namenjenih restauraciji veoma značajna, kao i to da kriterijum podele treba da se zasniva na sledećim pokazateljima:

- » centralna, kvalitetna i dobra lokacija je često pokazate koji je privlačan investitorima i bez pomoći i sibvencija države za remedijaciju i obnavanje pa ove lokacije prema strategiji prostornog planiranja i uticaja javnog sektora i države ne treba isticati u prvi plan neophodan za remedijaciju;
- » pokazatelji intereseovanja investitora za brownfield znatno su izraženiji u centralnim gradskim središtima u odnosu na periferna područja. Da bi se podstaklo obnavljanje i prenamena ovih lokacija u delovima grada koji nisu u strogom centru, neophodno je animirati investitore. To se najčešće čini tako što javni sektor, lokalne samouprave i države pružaju određene subvencije i olakšice kako bi se u njihovoj remedijaciji pojavili određeni potencijalni ulagači, i
- » lokacije u napuštenim i seoskim sredinama koje karakteriše izuzetno niska vrednost recikliranog zemljišta ili je ona čak negativna, čime se mora obezbediti kompletna finansijska podrška države, kroz direktne subvencije i poreske olakšice kako bi se neko od investitora zainteresovao za obnovu i ulaganje.⁷²

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



Слика 7. Најважнији национални прописи⁸⁴ који регулишу проблематiku *brownfield* локација

Izvor: Projekat „Institucionalna podrška SKGO“, Реактивирање braunfilda u Србији - систематски приступ или ad hoc rešenja?, Stalna konferencija gradova i opština, Beograd 2011 god. str. 13

Dosadašnja sprovedena istraživanja u našoj zemlji koja se odnose na zastupljenost korićnjena i učešća *brownfield* lokacija u ukupnim projekatima ne prelaze od 10 procenata za poslednjih 10 godina. Što znači da se godišnje u jednak ovakav projekat remedijacije napuštenih objekata upusti svega 1% zainteresovanih investitora. A to je više nego nedovoljno. Takođe, treba imati u vidu činjenicu veliki broj državnih i druptvenih socijalističkih preduzeća iz XX века je u stečaju i nije našao svoje poslovne partnere, pa se broj *brownfield* lokacija znatno uvećao. Retki su primeri da se neki od industrijskih pogona u našoj zemlji preonlikuje u javne infrastrukturne objekte druge namene.

Osnovni razlog za ovakvo stanje treba tražiti u suštinskoj marginalizaciji problematike *brownfield*-a tokom protekle decenije kada je ona eskalirala do ogromnih razmera. Pojednostavljeno posmatrano, problemom *brownfield*-a kao specifičnim pojavnim oblikom prenamene objekata i šansom da e od degradiranih i urušenih objekata, uz odovarajuće tehnike remedijacije, stvore novi, drugačiji i društveno korisni objekti niko se nije detanije bavio. Istovremeno nije kreirana jasna nacionalna strategija na koji način bi se moglo urediti ovo važno pitanje. Takođe, niko na lokalnom nivou nije o ovom problemu razmišljao. Prvi koraci i naznake da korišćenje *brownfield* lokaci³⁶ može biti veoma privlačno i poželjno javljaju se kao predmet nedavnih istaživanja i strateških i akcionih planova lokalnih i regionalnih dokumenata. Implementacija ovih projekata i dalje je veoma spora i neizvesna zbog finansijskih, kadrovskih i zakonskih ograničenja.

4.5. KONCEPT *BROWNFIELD* LOKACIJA EPS-A

Brownfield lokacije su devastirane, industrijski eksploatisane i nerentabilne lokacije koje su u izvesnoj meri pogođene industrijskim zagađenjem, pa pre njihove ponovne upotrebe neophodno je sprovesti proces obnavljanja tj. remedijacije kako bi se preuredile i dobile

могућност за корисну и безбедну namenu 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 devastираним локацијама, заинтересованост локалног становништва и подршка потенцијалним инвеститорима у креирању јавног добра.

Brownfield локације подразумевају простор на коме се налазе напуштени или nedovoljno 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 троškova vezаниh за dekontaminaciju. Као што се могло приметити на основу претходних тематских целина и примера одређених *brownfield* локалитета је дуг и веома спор али је очигледно да се на тај начин потенцијални проблем и напуштени објекат, површина или на пример жаловиште и pepелиште могу pretvoriti у добит заједнице. Обновљен *brownfield* треба да стимулише економију заједнице, сачува зелене површине и обезбеди прилику за обнову околине. Сврха екореemedијације 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.

Evidentno је да предузећа као што је ЈП ЕПС својим strateškim и другим документима predviđa, definiše и sprovodi екореemedијацију напуштених објеката. Такође, од samог почетка eksploataције одређеног подручја ЕПС definiše потенцијалне начине екореemedијације takvog подручја при потискивању неких постројења из употребе а по изградњи zamenskih kapaciteta. Такође, ЕПС у својим strateškim документима predviđa, planira и objašnjava и начине за uklanjanje неких објеката. Тако се ствара простор за инвестирање у друге садржаје или продају тих површина. У сваком случају, neophodno је sagledati проблем „istorijskog“ загађења тих локација и stvoriti простор за екореemedијацију, уз primenu već pripremljenog plana и programa.

Rešavanje akutnih problema у области zaštite životne sredine у термоенергетском сектору ЈП ЕПС систематизовано је у четири основне групе пројеката:

- » **Пројекат I** – Реконструкција или замена постојећих електрофилтера на блоковима ТЕ;
- » **Пројекат II** – Примарне мере за smanjenje емисија NOx из блокова ТЕ;
- » **Пројекат III** – Одsumporavanje dimnih gasova на блоковима ТЕ;
- » **Пројекат IV** – Реконструкција система за transport и odlaganje pepela и шљакe на deponiju pepela - uvođenje нове технологије.

Konceptualni pravci održive *brownfield* regeneracije zasnivaju се на питањима: социјално-економске, еколошке и културне rehabilitације простора. То је могуће само у transdisciplinarnoj акцији, која ће okupiti све заинтересоване актере друштва и све облике знанја ради regenerisanja простора према savremenim potrebama и zahtevima друштва.

Prvi korak у rešavanju problema напуштених *brownfield* локација у Србији потиче од kreiranja и обезбеђивања iscrpне и detaljne информације о броју, карактеру, површинама, stepenu загађености takvih локација и могућностима њихове ремедијације како би се isti stavili у поновну употребу или би им се обезбедила адекватна пренамена, а у cilju ефикасне и trajне zaštite, као и у cilju održivog коришћења природних потенцијала. Sakupljanje, evidencija, jednoobraznost, одређени nivo detaljne prezentације *brownfield* локације најjednostavnije је

⁷³ „Службени гласник РС”, бр. 88/2010

prikazati kroz prostorne i relacione baze podataka. Zato je neophodno pristupiti formiranju, a nakon toga i implementaciji integralnog geografskog informacionog sistema JP EPS *brownfield* lokacija. Sa formiranjem jedinstvenog integrisanog GIS informacionog sistema o *brownfield* lokacijama koje su u vlasništvu EPS-a obezbedila bi se centralizovana baza o tipovima postrojenja, površini koju ta postrojenja zauzimaju, geografskim lokacijama i kordinatama, kvalitativnom i kvantitativnom sastavu i sl. Takođe, dobile bi se i precizne informacije *brownfield* lokacijama površinama koje zauzimaju napuštene lokacije, stepen devastiranosti istih, ali istovremeno i mogućnosti za primenu ekoremedijacije na takvim područjima, tipovima odgovarajuće flore i faune koja se može na datom području primeniti a u skladu sa konfiguracijom terena, prirodne hidrologije, geologije, predelima posebnih prirodnih vrednosti, prirodnim spomenicima, putevima, pešačkim stazama, nepokretnim kulturnim dobrima od izuzetnog značaja itd.

Geografski informacioni sistem (GIS) pruža savremenu informacionu tehnologiju u okviru koje se pravi potpuna topografija terene kombinujući prostorne podatke – geografsku lokaciju sa svim prirodnim resursima (*planine, šume, reke...*) i veštačke objekte (*saobraćajnice, fabrike, mostove...*) u jednu integralnu celinu a sa ciljem generisanja preciznih interaktivnih mapa i izveštaja. Dakle, u GIS bazi nalaze se svi prostorni podaci i geografske informacije.

U tu svrhu neophodno je izvršiti sledeće korake:

- » skeniranje i georeferenciranje karata (mapa),
- » digitalizacija karata (mapa),
- » kodiranje,
- » povezivanje sa bazom podataka.

U narednim tematskim celinama rada detaljnije se opisuje GIS informacioni sistem i baze podataka JP EPS-a o o *brownfield* lokacijama i cilj, uloga i značaj implementacije jednog ovakvog sistema sa pratećim programskim alatima(*software*) koji može biti iskorišćen u tu svrhu, kao i opravdanost uvođenja jednog takvog sistema.

4.6. BAZE PODATAKA O BROWNFIELD LOKACIJAMA EPS-A

Izrada baze podataka o *brownfield* lokacijama EPS-a u osnovi je zamišljena da se oformi, kreira i razvije u alat zasnovan na savremenim računarskim i informacionim tehnologijama koji bi bio veoma rasprostranjene i široke namene. Drugim rečima, kreirana baza podataka o *brownfield* lokacijama EPS-a treba da bude široko upotrebljiv za opis stanja *brownfield* lokacija. Na osnovu GIS alata, statističkih podataka i preciznih informacija o lokacijama dobile bi se sve adekvatne informacije i prezizni podaci u realnom vremenu. Pored toga, od ovako zamišljene baze očekuje se i adekvatna forma izlaznih informacija i rezultata. Na primer, pomenuta baza treba da pruži jedan ureden algoritam sa tačno definisanim nizom podataka i atribuda koji nedvosmisleno mogu, u informatičkom smislu, opisati tačnu geografsku lokaciju, odgovarajuću topografiju terena, ekološki profil, strukturu zemljišta i dr značajne podatke konkretne *brownfield* lokacije sa adekvatnim realnim stanjem i ocenom aktuelnog ekološkog stanja. Takođe, za odabranu *brownfield* lokaciju treba da u standardizovanim dokumentima i podacima postoji i adekvatan ekoremedijacioni (ERM)

nakon prestanka rada, kao i uredno prezentovana kvantitativna i kvalitativna procena ekonomskog, ekološkog i društvenog značaja odabrane lokacije, na osnovu koje se detaljnije analizira i sprovodi plan i mere implementacije.

Za potrebe doktorske disertacije istražuju se *brownfield* lokacije EPS-a i mogućnost isplativosti njihove prenamene. Na osnovu dobijenih i obrađenih podataka do kojih se došlo tokom terenskih i primenjenih istraživanja, načina obrade i prezentacije istih dobiće se adekvatni zaključci o isplativosti ovakvih poduhvata. Takođe, biće reči o formiranju adekvatne baze podataka o *brownfield* lokacijama i međusobnim povezanostima između pojedinih tipova podataka u informacionom sistemu. Ono što je kroz ovu tematsku celinu važno naglasiti jeste generalni koncept funkcionisanja pomenute baze podataka i algoritamska osnova od koje se polazi pri realizaciji pomenutog zadatka i programske aktivnosti koje su sprovedene tokom realizacije ovog rada.

1. Izrada baze podataka lokacija	Popis i opis pojedinačnih lokacija u okviru projektnog obrasca i propisanog sadržaja podataka, koji čine sveobuhvatnu bazu podataka lokacija EPS u geografskom informacionom sistemu i pribavljanje dokumentacione osnove predašnjeg stanja.
2. Izrada baze podataka ekološkog profila lokacija	Ekološki status pojedinačnih lokacija u okviru projektnog obrasca i propisanog sadržaja podataka. Sakupljanje, obrada i unošenje dokumentacione osnove predašnjeg stanja za određivanje ekološkog profila lokacija i ocenu aktuelnog ekološkog stanja.
8 3. Izrada ekoremedijacionog plana brownfield investicionih lokacija JP EPS	Definisanje ciljeva i prioriteta, kao i definisanje korektivnih i preventivnih mera. Definisanje mehanizama za nadzor nad realizacijom ERM plana.
4. Izrada ekološko ekonomske procene za valorizaciju brownfield investicionih lokacija	Definisanje uže i šire zone primene ERM plana, kao i procena svih relevantnih vrednosti prirodnih resursa. 53 Procena negativnih efekata (šteta) do kojih može doći u slučaju da se ERM plan ne sprovodi. Identifikacija glavnih zainteresovanih strana („stakeholders“). Procena dobiti usled promena u vrednosti ekosistema. Definisanje međusobnih prava i obaveza sadašnjih i potencijalnih korisnika prirodnih resursa.
8 5. Izrada Akcionog plana sa predlogom mera za	

implementaciju

6. Zaključna razmatranja

Prezentovana baza podataka na osnovu nivoa uređenosti, međusobnih relacijskih veza podataka i atributa sa aspekta korisnika treba da obezbedi brzu, jednostavnu i potpunu pretragu podataka o *brownfield* lokacijama kao i odgovarajući pristup podacima u zavisnosti od privilegije u sistemu. Administracija baze podataka pored unošenja novih treba da obezbedi kvalitetno sortiranje postojećih, memorisanje podataka i njihovu potpunu obradu. Sistem baze podataka sastoji se od korisničkog, administratorskog i podatkovnog dela logički uvezani u celinu. Baza podataka realno i objektivno opisuje stanje „spoljašnjeg sveta“ tj. verodostojno prezentuje tačnu *brownfield* lokaciju sa svim osobenostima koje je fizički definišu. To se obezbeđuje zahvaljujući tačnim i univformnim podacima čime se olakšava i korišćenje od strane eksternih programa. Dakle, različiti aplikativni programi mogu pristupati istoj bazi podataka koristeći samo određene ili sve raspoložive podatke koji se u bazi nalaze. Iz razloga sigurnosti baza podataka, potrebno je koristiti neki tip sekundarne memorije za trajno skladištenje podataka, (eksterne hard diskove, CD, DVD ili memorijske kartice). Dakle, sistem mora biti sačuvan na rezervnom mestu, tako da može biti instaliran na bilo kom drugom adekvatnom računaru.¹⁰

Elementarnu strukturu informacionog sistema obrazuju skupovi fajlova koji su trajno uskladišteni na nekom sekundarnom uređaju/medijumu za skladištenje podataka. Aplikativni softver koji se koristi za upravljanje bazom podataka treba da omogući adekvatno logičko razdvajanje datoteka u zapise. Svaki zapis definiše konkretnu jedinicu ili celinu sastavljenu od tačno određenog broja elemenata, a svaki element daje konkretnu vrednost određenom atributu date jedinice ili celine. U konkretnom slučaju TE Kolubara, Crljeni koristeće se uglavnom Excel i ArcMap (delom i AutoCAD).

Osmišljavanje baze podataka treba organizovati na takav način da bude razumljiva svim zainteresovanim korisnicima u slučaju realizacije Programskog zadatka „Ekoremedijacioni plan *brownfield* investicionih lokacija JP EPS.“

4.7. METODOLOGIJA PRIMENE GIS TEHNOLOGIJA U FORMIRANJU PODATAKA O BROWNFIELD LOKACIJAMA

„GIS čine informacione sisteme zasnovane na uređenim principima povezivanja različitih podataka u celinu. Univerzalna reč koja GIS objašnjava je integracija.“⁷⁴ Primenljivost, snaga i rasprostranjenost primene GIS-a u savremenim informacionim sistemima ogleda se upravo u sposobnosti ovog informacionog sistema da upravlja, ažurira i ujedini prirodne, prostorne i neprostorne informacije. Prethodno pomenute odlike ovaj sistem čine veoma korisnim i prilagodljivim pri susretu sa različitim korisničkim zahtevima. U konkretnom slučaju, povezivanje komponenti iz baze podataka o napuštenim i devastiranim lokacijama EPS-a jedino je moguće izvršiti primenom GIS tehnologija i implementacijom integrisanog GIS sistema. U okviru ove tematske celine ukratko se daje sažet prikaz suštine

33

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

primene GIS informacionog sistema u Ekoremedijacionom planu *brownfield* lokacija JP EPS. Ovaj GIS treba da zadovolji sledeće osnovne karakteristike:

- » u užem smislu, planirani integrisani informacioni sistem treba da bude pouzdan i osposobljen za različite podatkovne aktivnosti, kao što je: snimanje, obrada, analiza i prikaz, čuvanje i presnimavanje podataka i informacija o lokacijama EPS-a na karti.
- » u širem smislu, projektovani GIS treba da bude alat kojim se prezentuju digitalne topografske mape uz mogućnost nadogradnje koji korisnicima obezbeđuje mogućnost analize postojećih podataka, uređivanje istih, formiranje izveštaja i kreiranje interaktivnih upita.

Analizirajući osnovne informacije i suštinu GIS informacionih sistema i njihovu primenu u industrijskom konceptu može se reći da su ovi sistemi veoma pogodni jer nose brojne fizičke, topografske podatke sakupljene od strane više izvora i od više korisnika sistema i obuhvataju različite formate zapisa kao na primer slike, brojeve, dokumente iz editora teksta i dr. Takođe, tu su i podaci koji dolaze od strane eksperimentalnih merenja, zasebni sistemi iz jedinica termoelektrana i dr. Dakle, formirana baza podataka treba da omogući i objedini povezivanje „prostornih podataka o objektima i atributima u jedinstven, koherentni model.“⁷⁵ Prostorni podaci, objekti i podaci o svojstvima tih objekata očitavaju se u apikativnim modulima koji se primenjuju za rukovanje takvim tipovima podataka. Kroz GIS podaci o objektima i geografskim područjima uređeni su kroz topološki model prostora, a atributi o objektima spakovani su u tabele kao standardne relacione baze. Pored integracije koja objedinjuje prostorne koordinate i tabelarne podatke o atributima objekata koje se u vidu slojeva nanose na postojeće objekte i sadrže detaljne informacije o njima. Na tzv. prvi princip integracije nastavlja se uredenost i dostupnost, kao drugi princip integracije. Integracija GIS-a se postiže adekvatnim izborom hardverskih računarskih komponenti, aplikativnog softvera, odgovarajućih baza podataka i kompetentnih stručnjaka. Dakle, informaciono-komunikaciono razvojno okruženje u kome se projektuje, programira, implementira i povezuje GIS iziskuje potrebu specifične komunikacije između programera, administratora i korisnika. Na osnovu prethodno pobrojanih pojedinosti definišu se elementi terminološke i jezičke određenosti projektovanog GIS sistema.

GIS sistem i primenjene tehnologije u projektovanju i programiranju ovih sistema značajne su za naučna, primenjena i praktična istraživanja kao i savremenu poslovnu praksu, kartografiju i planiranje infrastrukture. Ovaj informacioni sistem se veoma često koristi u geodeziji, građevinskoj, mašinskoj, elektro industriji i drugim oblastima kojima su potografski podaci od značaja za dalji plan i analizu podataka.

Karte nastale na ovaj način se stvaraju isključivo korišćenjem baza podataka. Takavi podaci treba da imaju dualnu strukturu. Dualnost proizilazi iz grafičke datoteke ili baze sa opisom podataka ili objekta koji ne predstavljaju samo simbol jedne promenljive u prirodi, već pojeduje i svoje značenje.

Najbitniji aspekti pri metodologiji kreiranja ovih baza su:

- » organizacija rada,
- » hardverska i softverska podrška,
- » struktura baze podataka,

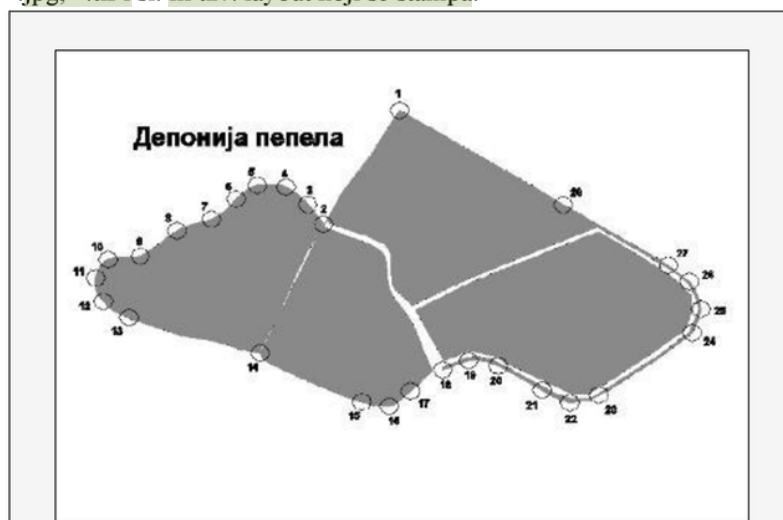
⁷⁵ ESRI - Environmental Systems Research Institute, 1990.

- » sigurnost i zaštita podataka,
- » potreba korisnika za podacima,
- » raspoloživost i format podataka potrebnih za podršku aplikacije,
- » postupci za ažuriranje i održavanje,
- » veličina baze podataka,
- » hardverska konfiguracija,
- » broj kvalifikovanih korisnika,
- » organizaciona struktura korisnika,
- » budžet.

GIS projekat podrazumeva formiranje više slojeva (*layer-a*) koji sadrže prostorne (rasterske i vektorske) podatke o različitim temama. Za primenu GIS-a neophodna je mapa na kojoj se prikazuju podaci. Da bi se podaci kvalitetno uočavali kao i svi pripadajući atributi za pojedine objekte koji se nalaze na mapi, mapa treba da je što kvalitetnija. Pod kvalitetom mape podrazumeva se svaka digitalna mapa dovoljne rezolucije i tačnih geografskih koordinata. Za geografski koordinatni sistem zadužen je poseban sistem i to: koordinatni referentni sistem (KRS) koji predstavlja koordinatni sistem povezan sa Zemljom i sa Geodetskim Datumom. U KRS-u su pozicije definisane geografskom dužinom i geografskom širinom. U većini slučajeva se koristi projektovani koordinatni sistem gde su koordinate prebačene u ravan korišćenjem Map projekcije.

Obzirom da su geografski podaci u GIS-u geografski orjetisani, odnosno definisani geografski koordinatama, neophodno je podatke predstaviti tematskim slojevima - lejersima (*layers*). Dakle, treba definisati posebne slojeve o: putevima, gazdinskim jedinicama, parcelama, rekama, jezerima, objektima itd. Na narednoj slici ilustrovan je primer jednog GIS lajersa o deponiji pepela. Ilustrovani podaci na slici prikazuju konturne tačke deponije date u Gaus-Kringer formatu.

Raster je matrica sastavljena od vrsta i kolona – piksela. Svako polje matrice tj. piksel ima jednu određenu brojnu vrednost koja predstavlja broj boje. Rasteri se mogu preklapati jedan preko drugog. Njihovim različitim kombinovanjem **10** obija se veći broj informacija o području koje se ispituje. Za konkretan projektni zadatak **rasterski podatak je skenirana karta u formatu *.jpg, *.tif i sl. ili tzv. layout koji se štampa.**



Slika 8. Šematski prikaz deponije pepela raster, sa konturnim tačkama

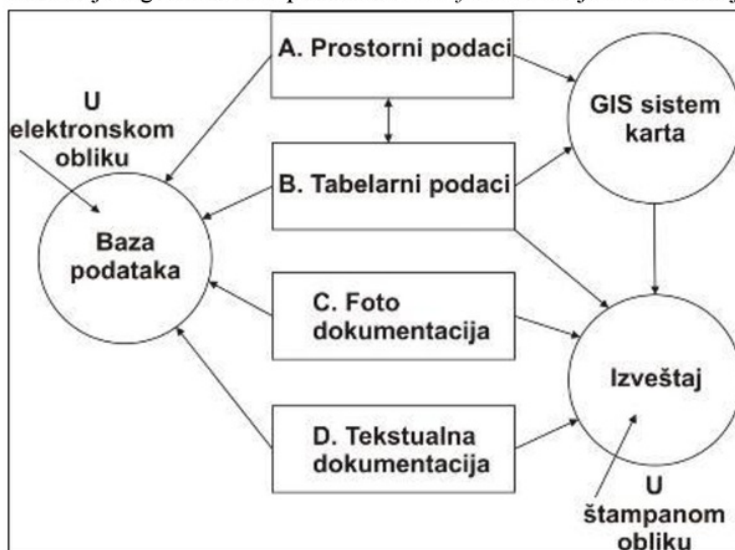
Informacije koje se dostavljaju u GIS bazu generisane su u vektorskom obliku i prezentuju geometriju prostornih koordinata područja koje se istražuje. Prvenstveno u bazi se generišu dimenzije modela koji se prezneta: dužina, širina, visina. Osim pobrojanih podataka tu su još i podaci o linijskom segmentu ili poligonu ta opisivanje topologije sistema. Za potpunije opisivanje realnog spoljašnjeg sistema u GIS-u su pored vektorskih dostupni neprostorni podaci tj. skalarne veličine. Dostupni skalarni podaci vezuju se za vektorske podatke ili raster u celini (videti tabelu 7).

Tabela 7. Kordinate kojima je opisana deponija pepela na ilustrovanom rasteru

Broj tačke	Koordinate	
	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

Svaki sloj (*layer*) je povezan sa svojom tabelom atributa. Dakle, za TE EPS-a i *brownfield* lokacije koje se nalaze u okolini ovih termoelektrana ili rudarskih kopova biće uspostavljen GIS sistem koji će pratiti trenutno stanje i koji će se u budućnosti kontinualno nadograđivati. Baza podataka, GIS metodologija i pisanje izveštaja su uslovljeni i povezani. Na kraju se uspostavlja jedan ili više radnih prostora koji povezuju podatke u sistem.

Ilustracija algoritma baze podataka *brownfield* lokacija EPS-a data je na narednoj slici.



Slika 9. Algoritam baze podataka i GIS sistem programskog zadatka autor Boris Vakanjac
26. 05. 2015.

Na osnovu datog algoritma evidentno je da baza podataka sadrži informacije koje su strukturno uredene i logički povezane a od kojih se kroz različite upite generisane od strane korisnika baze formiraju adekvatni izveštaji. Takođe, baza i informacije sortirane u bazi uz podršku GIS tehnologija omogućavaju formiranje radnih prostora. GIS aplikacije obezbeđuju prikazivanje karaktera površina različitih osobina sa njihovim veličinama. Takođe, upotrebljeni su i sistematizovani ortofoto i satelitski snimci koji su uključeni u sistem. U bazi podataka dati su podaci i karte:

- » Kopova;
- » Devastiranih površina;
- » Elektrana;
- » Postrojenja elektrana;
- » Mesta emisije gasova, i
- » Pepelišta.

4.8. EKOREMEDIJACIONI PLAN *BROWNFIELD* INVESTICIONIH LOKACIJA JP EPS

Prethodna iskustva tehnologije eksploatacije, iskopa i prerade uglja iz rudarskih kopova za prodaju ili za potrebe rada TE i njihovih postrojenja nedvosmisleno ukazuju na konkretne probleme koji nastaju tokom procesa rada na rudarskim kopovima. Među najznačajnijim problemima tokom eksploatacije ubrajaju se problemi koji su vezani na skladištenje otpadnih materija sa površinskih kopova, kao i zagađenju tla i podzemnih voda česticama i teškim metalima. Pored ovih problema, evidentni su i problemi letećeg pepela. Zagađujuće čestice imaju veoma nepovoljne uticaje na poljoprivredne kulture, ali i ekosistem u celini. Jalovina, pokrovka i ostali otpadni materijal koji se javlja na površinskim kopovima rudarskih basena meri se u velikim količinama od nekoliko miliona m³ ovih materijala, a tu svakako treba dodati i problem otpadnih materijala koji se javljaju pri sagorevanju uglja u TE pećima. Pepeo, jalovina i drugi materijali koji se javljaju i skladište u blizini TE pored toga što je neplodan i što degradira poljoprivredno zemljište i menja njegovu strukturu u izvesnoj meri može biti otrovan pa se način njegovog skladištenja i odlaganja mora sprovoditi sa posebnom pažnjom. Tokom procesa skladištenja, odlaganja i rekultivacije površina na kojima se odlaže pepeo i jalovina sprovode se sve predviđene i sistemske mere kako se ekosistem ne bi narušio i degradirao. Zato je važno da se prilikom skladištenja i rekultivacije degradiranih površina u okolini rudarskih basena i termoelektrana ispoštuju sve ekološke mere i principi održivosti, a to praktično znači da je nužno pronaći ekološki prihvatljiv i ekonomski održiv model rekultivacije i dekontaminacije određene geografske lokacije.⁷⁶

Nekad mogu dospeti u zemljište i podzemne vode male količine teških metali kao što su živa, olovo, bakar, cink, gvožđe i sl. Ovi materijali su toksični i štetni ukoliko dospeju i u tako malim količinama u lanac ishrane. Koncentracije ovih metala predstavljaju rizik za biljni i životinjski svet na dugoročnom nivou. Problemi štetnih materija utiču na pogoršanje zdravlja ljudi, biljaka ili životinja. Takođe, prisustvo teških metala u zemlji utiče na promenu kvaliteta podzemnih ili površinskih voda, promenu kvaliteta i strukture zemljišta i td. Primarni odgovori na ove probleme sastoje se u sagledavanju i minimizaciji zagađenja kroz prečišćavanje. Proces prečišćavanja se u prvom redu pokušava metodama fitoremedijacije, odnosno prirodnim putem uzgajajući biljne kulture koje su otporne na određene kontaminirajuće materije. Danas je u biološkim naukama poznato nekoliko stotina samoniklin i više vrsta gajenih biljaka koje se koriste tokom postupaka ekoremedijacije. Savremeni pristup ekoremedijacije daje prednost uzgajanim hibridnim biljkama otpornim na zagađujuće materije jer prirodne, samonikle biljke imaju malu bio masu. Uzgajane biljne kulture otporne na zagađujuće materije, pored veće biomase pružaju i kvalitetniji razvoj biodiverziteta i aktivnosti mikroflore u zemljištu. Poznato je da preko dve stotine mikroorganizama danas samostalno ili u kombinaciji sa drugim značajno utiču na brže razgrađivanje zagađivača prisutnih u zemljištu. Metod fitoremedijacije u dekontaminaciji zagađenog zemljišta i voda znatno je efikasniji u odnosu na klasične načine prečišćavanja.

Na narednoj slici data je uslovna šema ciklusa toksičnih jedinjenja koja se mogu naći u prirodi a koja su nastala kao refleksija stvarnih zbivanja u okolini termoelektrana,

⁷⁶Димовски, П.; Хојка, З.; Џелетовић, Ж. (2012), Упоредна техно-економска анализа примене поступка одлагања pepela 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.

odlagališta pepela i šljake, kao i u blizini površinskih kopova rudarskih basena. Emisija otrovnih materija, ukoliko se ne sprečava odgovarajućim zaštitnim merama, vrlo brzo dolazi u lanac ishrane i dospeva u okruženje, a potom u proces ishrane biljaka i životinja kao i u razne proizvode životinjskog porekla (mleko, meso, jaja itd.) čime, u krajnjoj instanci, dospevaju u ljudski organizam sa primerenim pripadajućim posledicama.



19
Slika 10. Šema postojećeg ciklusa kretanja toksičnih materija u prirodi iz pepela i šljake

Najčešće su u upotrebi još uvek konvencionalni načini odlaganja pepela i šljake iz termoelektrana na poljoprivrednom i drugom zemljištu bez prethodne pripreme terena, a po odlaganju se uz odgovarajuće agro-tehničke mere ista privodi prvobitnoj nameni, sa više ili manje uspeha. Učinak i efekat unaređenja zaštite životne sredine znatnije se može unaprediti kroz intenzivnu upotrebu savremenih tehnoloških mera i postupka rekultivacije istih. Primena savremenih agro-tehničkih mera, tehnika remedijacije i savremenog koncepta u zaštiti životne sredine od kontaminacije koja dolazi od deponovanja jalovišta sa površinskih kopova, pepela iz termoelektrana, kao i šljake koja ostaje pri sagorevanju uglja u TE bloku treba da obezbedi minimizaciju procesa degradacije i kontaminacije istih.

Primena remedijacionih tehnika i fitoremedijacija koja podrazumeva sadnju biljaka na ovim područjima daje svoje dobre rezultate pa se veoma često planira za smanjenje zagađenja i degradacije zemljišta na površinama prekrivenim pepelom i šljakom u neposrednoj blizini TE. U postupku remedijacije primenjuju se i različiti mikroorganizmi, zelene biljke i drveće za uklanjanje, prenos, stabilizaciju i razgradnju ekoloških zagađenja na mestu nastanka. U poslednje vreme sprovode se različita istraživanja o ekološkoj ulozi mikroorganizama, pre svega bakterija, u skladu sa njihovom utvrđenom sposobnošću razgradnje različitih prečišćavanja organskog i neorganskog porekla životne sredine tj. vode, zemljišta i vazduha. Pokazalo se da u prečišćavanju zemljišta heterotrofne bakterije imaju sposobnost razgradnje različitih sintetičkih stvari, pesticida, mineralnih đubriva i drugih štetnih elemenata kojima se degradira životna sredina. Dosadašnji rezultati laboratorijskih i terenskih ispitivanja, potvrđuju da praktično ne postoji naftni supstrat niti nusproizvod naftne industrije, koji mikroorganizmi ne mogu razgraditi na mestu nastanka ili na mestu skladištenja. Bitno je da se najveći uspeh postiže primenom autohtonih mikroorganizama (sa samog mesta zagađenja, tj.

из samog загађења), у смислу олакшавања процеса биоремедијације применом већ прилагођених или делумично прилагођених микроорганизама.⁷⁷

Brownfield локације у власништву EPS-a које су предмет овог истраживања заузимају огромну површину. Укупна devastirana 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 EPS

EPS Brownfield површине total у ha					
Објекат	Копови	Електрана	Постројење	Деонија пепела	Devastirana површина
Kolubara_polja_Tamnava	3091.21				
Kolubara_polja_A_G	2847.41				
TENT_A		65.628	5.4602	364.167	6.42131
TENT_B		110.342	4.4168	626.393	
TE_Kolubara		41.0766	2.1077	75.1826	5.0666
TE_Morava		26.0356	0.4668	47.8475	
Kolubara_Prerada					80.69
Kostolac_Drmno_kop	1059.2				191.791
Kostolac_Ćirikovac_kop	96.7764			12.8448	142.871
Kostolac_dep_pepela				257.745	
Kostolac_devas_površina					127.981
Kostolac_A		11.833	2.1049		
Kostolac_B		110.863	4.1773		
TETO_Novi_Sad		34.900	4.0000		
TETO_Sremska_Mitrovica		6.390	0.2539		
TETO_Zrenjanin		46.8491	0.9490		
Укупно	7094.5964	450.9173	23.941972	1384.1799	554.821

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 ⁶⁶века и привреде. Ови фактори се примарно деле у следеће три групе фактора и то:

- » Отпадне воде као загађивачи земљишта:
 - индустријске отпадне воде,
 - воде загађене веštaчким дубривима, пестицидима, органским материјалама и другим агро-техничким и пољопривредним мерима,

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

- отпадне воде из домаћинства,
- » Загађивачи из атмосфере који земљиште контаминирају падавинама:
 - доспевају у атмосферу из индустријских⁷⁸ 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

Прilikом израде екоре медијационог 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 увршћени 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 увршћени у даља разматрања. За сваку од одређених локација је сањинјен кратак преглед описа стања, тренутне употребе и досадашња истраживања и прикупљени подаци, а такође и GIS база података за потребе израде докторске дисертације.

На истраживању *brownfield* локација ЕПС-а, могућностима и економско-еколошке оправданости ре медијације devastираних површина биће више рећи 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 савледавања 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 тоplane са капацитетима приказаним у следећој табели.

Табела 9. Преглед основних података о термоелектранама ЈП ЕПС

OSNOVNI PODACI O TERMoeLEKTRANAMA

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

Naziv TE:	"TENT A" 100	"TENT B"	"TE „Kolubara A"	TE „Morava"	"TE-KO KOSTOLAC A"	"TE-KO KOSTOLAC B"	Ogranak Panonske TE-TO TE-TO ZRENJANIN 27	Ogranak Panonske TE-TO TE-TO SREMSKA MITROVICA	Ogranak Panonske TE-TO TE-TO NOVI SAD
Broj blokova:	6	2	5	1	2	2	2	2	2
Instalisana snaga (MW):	1.650,50	1.240,00	271,00	120,00	310,00	697,00	135,00	97,00	245
Godina početka rada:	1970.	1983.	1956.	1968.	1987.	1964.	1954.	1963.	1981..
Broj zaposlenih:	685	349	326	140	386	419	177	118	255

U prethodnoj tabeli dati su najznačajniji energetske objekti koji proizvode električnu energiju, toplotnu energiju i tehnološku paru za pojedine fabrike i domaćinstva u okruženju. Proces proizvodnje električne energije zasniva se na transformaciji hemijske energije fosilnog goriva koje se sagoreva u kotlovima elektrane, najpre u toplotnu energiju, zatim u mehaničku i na kraju u električnu energiju, koja se šalje potrošačima na širem geografskom području. Pored električne energije kao dodatni proizvodi javljaju se toplotna para za potrebe industrije i/ili toplotna energija za zagrevanje domaćinstava.

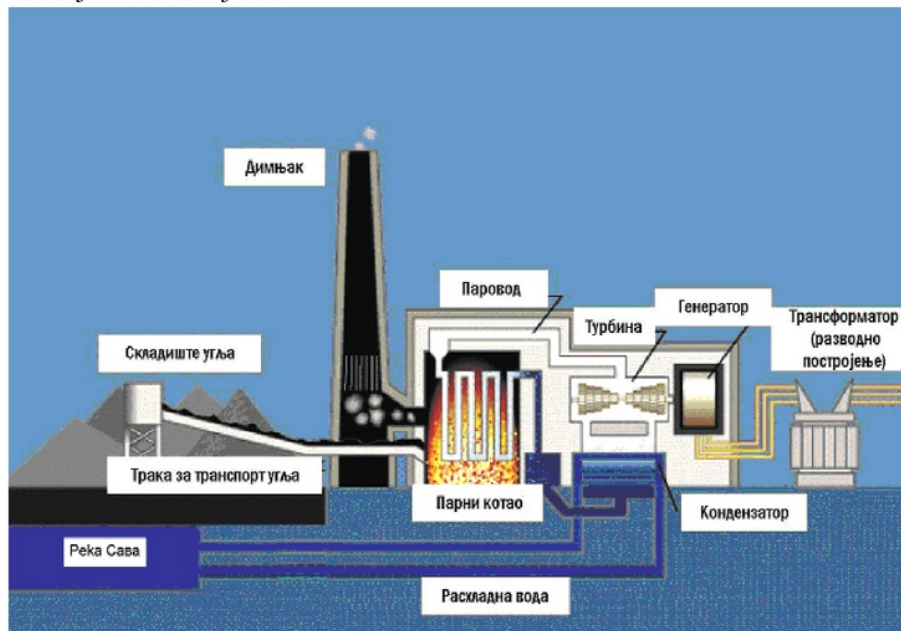
U narednim tematskim celinama ovog poglavlja analiziraju se tehnički kapaciteti EPS-a koji su u upotrebi a koji kao energent za proizvodnju električne energije koriste fosilna goriva odnosno neobnovljive izvore energije. Ovi objekti analiziraju se sa više aspekata i dovode se u međusobnu povezanost energetska svojstva i značaj rada ovih postrojenja sa ekonomsko-ekološkim profilom i uticajem na životnu sredinu. Takođe, analiziraju se i sagledavaju najčešći izvori zagađenja životne sredine koji nastaju radom ovih postrojenja i mogućnosti za sanaciju i minimizaciju istih.

4.8.2. Trenutna upotreba

Termoelektrane u elektroenergetskom sistemu Srbije obezbeđuju 2/3 ukupne proizvodnje električne energije. Njihov pouzdan rad veoma je značajan za celokupni energetske sektor naše zemlje. Na osnovu prethodnih razmatranja evidentno je da se na ovakav način ostvaruje proizvodnja električne energije iz neobnovljivih izvora a da fosilna goriva kao energent imaju značajan uticaj na životnu sredinu. Takođe, treba imati u vidu da se usled hemijskih procesa, sagorevanjem uglja i mazuta, u zemljište, vodu i vazduh emituju i izvesne zagađujuće materije koje utiču na životnu sredinu.

U cilju boljeg shvatanja postojećeg stanja i trenutne upotrebe termoelektrana i toplana, kao i analize mogućih mera, pored onih redovnih i obaveznih propisanih zakonom o zaštiti životne sredine, za smanjenje zagađenja životne sredine treba poći od analize i sagledavanja njihovog procesa rada.

Kod TE glavni tehnološki sistem rada sastoji se od kotlovskog i turbogeneratorskog postrojenja. Toplota oslobođena sagorevanjem goriva u kotlovima koristi se za dobijanje pregrejane pare visokog pritiska i temperature, čijim se ekspaniranjem u parnoj turbini (*transformacija toplotne u mehaničku energiju*) ostvaruje obrtno kretanje rotora turbine i rotora generatora, te dolazi do elektro magnetne indukcije u namotajima statora generatora, odnosno dolazi do transformacije mehaničke u električnu energiju. Šema rada termoelektrane ilustrovana je na narednoj slici.



Slika 11. Šema rada termoelektrane

Kao energenti u procesu proizvodnje električne energije koriste se:

- » Lignit - kao osnovno gorivo za loženje kotlova toplotne moći 6000 - 8000 kJ/kg sa prosečnim sadržajem pepela u uglju 15,7 %;
- » Lož ulje – kao pomoćno gorivo za potpaljivanje kotlova.

Lignit kao osnovno pogonsko gorivo u procesu proizvodnje el. energije se pre sagorevanja u kotlu melje i suši. Mlevenje se obavlja ventilatorskim mlinovima koji snabdevaju ugljenim prahom kotlovske gorionike.

Osnovne emisije štetnih gasova koje se emituju u vazduh su:

- » oksidi azota (NO_x),
- » sumpor dioksid (SO₂),
- » ugljenmonoksid (CO),
- » fluorovodonik (HF),
- » hlorovodonik (HCl), i
- » praškaste materije.

U tom pogledu, generalno posmatrano u vodu mogu dospeti i određene štetne materije. Takođe, temperatura vode može biti znatno povećana što dovodi do degradacije kvaliteta vode. Osnovni fizičko-hemijski parametri u vodi indikovani su sledećim parametrima: pH, amonijum-jon, nitriti, nitrati, hloridi, sulfati, HPK, BPK₅, električna

provodljivost, suspendovane materije, sedimentne materije, fosfati, ukupni azot, mineralna ulja, fenoli, cink, bakar, arsen. Drugi uticaji na životnu sredinu koji su manje začajni ili su izvesnim aktivnostima i merama lokalizovani, su komunalni otpad i buka u životnoj sredini.

Na prethodnoj slici data je šema rada termoelektrane. U glavne pogonske objekte rada jedne termoelektrane ubrajaju se: pogoni za skladište uglja i traka za transport uglja, dimnjak, parni kotao, parovod, turbina, generator, kondenzator, transformator, rezervoar rashladne vode i vodovod kojim se ohladena i demineralizovana voda vraća u ekosistem.

U sklopu GPO-a smeštena su kotlovska i turbopostrojenja blokova kao i pumpna stanica sa toplotnim izmenjivačima. Za proizvodnju vodene pare koristi se parni kotao, sa prirodnom ili prinudnom cirkulacijom radnog fluida. Generalno posmatrano, kotlovsko postrojenje jednog bloka obuhvata sam kotao-čelična konstrukcija kotla, kompletan cevni sistem (zagrejači vode, isparivač, pregrejači, međupregrejači, bifluks) rešetke za dogorevanje, grubu i finu armaturu kotla, sistem napajanja kotla, parne i rotacione zagrejače vazduha, termičku izolaciju kao i pripadajuće uređaje kotla - ventilatore dimnog gasa, ventilatore svežeg vazduha, mlinska postrojenja, startni uređaji, ekspandera VP i NP, prestrujne parovode, sistem odpepeljivanja i odšljakivanja sa elektrofilterom, unutrašnji sistem mazuta i propanbutana, sistem za ubrizgavanje napojne vode za regulaciju temperatura sveže i međupregrejane pare, kompletan sistem za merenje, regulaciju i upravljanje, podesti-gazišta, osvetljenje i dr.

Turbogeneratorsko postrojenje čine parna turbina koja je vratilom direktno spojena sa električnim generatorom. U okviru ovog postrojenja postoji i set regenerativnih zagrejača napojne vode uključujući i rezervoar napojne vode, kondenzator vodene pare i prateće sistemi, kao što su:

- » sistem ulja za podmazivanje turbinskih ležajeva, odnosno regulacionog ulja,
- » sistem za prečišćavanje kondenzata i
- » sistem tehničkog hlađenja.

Parna turbina sastoji se od kućišta visokog, srednjeg i niskog pritiska. U kućište visokog pritiska dovodi se sveža para iz kotla, u kućište srednjeg pritiska međupregrejana para, dok u kućište niskog pritiska para iz kućišta srednjeg pritiska. Na ulazu vodene pare iz kotla u cilindre turbine visokog i srednjeg pritiska predviđeni su posebni regulacioni ventili, kao i brzozatvarajući stop-ventili. Predviđeno je 6-8 neregulisanih oduzimanja pare iz turbine radi snabdevanja sistema regenerativnih zagrejača napojne vode i kondenzata. Kondenzat vodene pare iz kondenzatora vodi se kroz sistem regenerativnih zagrejača do napojnog rezervoara posredstvom tri kondenzatne pumpe, 3x50% kapaciteta.

U svakom TE sistemu važnu ulogu zauzima sistem tehničkih gasova koji se sastoji iz postrojenja za proizvodnju i skladišta vodonika; postrojenja za regasifikaciju i skladištenje ugljen-dioksida – CO₂ stanica; postrojenja za regasifikaciju i skladištenje TNG-a, TNG-stanica i skladišta tehničkih gasova u bocama. Sistem dimnog gasa kod kotlovskih postrojenja čine:

- » rotacioni zagrejač vazduha,
- » elektrofiltarsko postrojenje,
- » ventilator dimnih gasova,
- » dimnjak i
- » dimni kanali.

Pre ispuštanja dimnih gasova u atmosferu, vrši se čestično prečišćavanje elektrofiltarskim uređajima. Svaki blok TE u principu ima po dva dimna kanala, na kojima su instalirani elektrofiltri adekvatnog kapaciteta. U TENT „A“ dimni gasovi iz blokova A1, A2 i A3 ispuštaju se kroz dimnjak visine 150 m, koji nema zasebne dimne kanale za pojedinačne blokove. Dimni gasovi od termoblokova A4, A5 i A6 ispuštaju se kroz dimnjak visine 220 m u kome su instalirana tri nezavisna dimna kanala (za svaki termoblok po jedna).

U TENT „B“ sličan je postupak rada koji se sprovodi pre ispuštanja dimnih gasova u atmosferu. Drugim rečima, pre emisije dinimnih gasova vrši se čestično prečišćavanje elektrofiltarskim uređajima. U TENT „B“ svaki blok ima po d¹ dimna kanala, na kojima su instalirani elektrofiltri adekvatnog kapaciteta. Po prečišćavanju dimni gasovi se ispuštaju kroz dimnjak visine 280 m, kroz zasebne dimne kanale za svaki termoblok.

U TE Kolubara, prečišćavanje dimnih gasova sprovodi se pomoću šest elektrofiltarskih postrojenja za izdvajanje dimnih gasova. Dimni gasovi, koji se ispuštaju preko tri dimnjaka: jedan na bloku A1 (visine 105 m), jedan (sa tri kanala) na blokovima A2 i A3 (visine 105 m) i jedan dimnjak na bloku A5 (visine 130 m), sadrže praškaste materije, CO₂, SO₂, NO_x i CO. Merena temperatura dimnih gasova na izlazu iz elektrofiltera na ulazu u sisajuće ventilatore dimnog gasa je najčešće u opsegu od 165–210 °C. Za prečišćavanje dimnih gasova, u početku rada elektrane (1956. godine), bio je primenjen sistem baterija ciklona (multiciklona), čime su se odstranjivale samo krupne frakcije, dok su sitnije odlazile u atmosferu. Zbog toga TE Kolubara 1979. godine prelazi na novi sistem odvajanja pepela iz dimnih gasova, cikloni se zamenjuju elektrofiltrima.

U procesu rada TE važno postrojenje i pogon predstavlja sistem za otpremu i odlaganje pepela i šljake, kao i sama deponija pepela i šljake. Transportni sistem služi da prihvati pepeo i šljaku koji se izdvajaju na prihvratnim mestima kotlova¹³⁰ postrojenja i uređaja za prečišćavanje dimnih gasova i da ih transportuje do odlagališta, deponije pepela i šljake.

Transportni sistem pepela i šljake u principu se može podeliti na:

- » sistem unutrašnjeg transporta (unutrašnji sistem) i
- » sistem spoljašnjeg transporta (spoljašnji sistem).

Na primr, u TENT „A“ postoji instalisan hidraulički sistem za dopremu pepela i šljake sa mešavinom niske koncentracije. Pepeo i šljaka koji čine čvrstu fazu „suspenzije“ meša se sa vodom u odnosu 1:10. Voda od hidrauličkog transporta se ne recirkuliše u okviru sistema, već se preliva preko prelivnih stubova i drenira preko sistema drenažnih bunara iz deponije u reku Savu. Veliki problem u skladištenju pepela na deponiji pepela iz ove TE jeste tzv. leteći pepeo. Da bi se to izbeglo u TENT-u su primorani na sledeće aktivnosti. U okviru aktivne kasete deponije pepela i šljake, dopremljeni pepeo i šljaka koji se hidrauličnim putem transportuje dodatno se navodnjava prskalicama kako bi se izbeglo njegovo podizanje u vazduh i zagađenje vazduha i životne sredine u celini. Sprečavanje nošenja pepela u vazduh sprovodi se primenom tzv. vodenog ogledala koje se uključuje nad aktivnom kasetom. Takođe, vodeni topovi i prskalice postavljeni su oko cele deponije. Kada u dovoljnj meri naraste nivo pepela i šljake kasete se zatvara, i rekultiviše. Tačnije sadi se trava koja svojim korenskim sistemom sprečava rasejavanje pepela. A onda se pasivna kasete se aktivira tako što na užoj površini počinje deponovanje novog sloja pepela.



Slika 12. Raspored prskalica na obodu deponije pepela TENT „A“ koje sprečavaju podizanje pepela u vazduh

U sklopu TENT „A“ deponija pepela nalazi se u zaleđu elektrane, na desnoj obali Save. Zahvata 400 ha površine od čega osnova same deponije pepela zauzima 382 ha. Podeljena je u 3 dela – kasete od kojih je jedna aktivna, a druge dve su pasivne (*rekultivisane i zatravnjene*).

Svaka kasete u osnovi zauzima oko 125 ha. Deponija je sa obe strane opasana sa po 4 pepelovoda od obimnih pepelovoda se prema aktivnoj kaseti radijalno pružaju kraći pepelovodi – istačaci hidro smeše i pepelovodi za napajanje hidrociklonskih stanica. Na osnovu ortofoto ilustracije primećuje se da se deponija pepela sastoji od aktivne i pasivne kasete(*slika 13*).



Slika 13. Ortofoto snimak elektrane, deponije i devastirane površine TENT „A“

U TENT „B“, na postojećim blokovima od 2009. godine puštena je u rad nova instalacija sistema za transport pepela i šljake na deponiju. U pitanju je malovodni transport, u odnosu (pepeo+šljake):voda = 1:1. Za potrebe novog sistema izgrađena su dva betonska sabirna silosa kapaciteta $2 \times 5.000 \text{ m}^3$, za prikupljanje pepela, i jedan sabirni bunker za prikupljanje šljake, zapremine 800 m^3 .



Slika 14. Novi sistem odvođenja pepela iz TENT „B“ na aktivnu kasetu

Deponija pepela i šljake TENT „B“ se nalazi na lokaciji „Bivoljača“, nenaseljenom prostoru između naselja: Ušće, Dren, Grabovac i Skela, 4,5 km udaljena od termoelektrane. Zauzima površinu od preko 600 ha i nasipima je podeljena na 3 kasete, približno jednake, pri čemu je predviđeno da se kasete III aktivira tek nakon dogradnje novih blokova termoelektrane (III i IV blok).

Deponija je počela sa radom novembra 1983. godine. Do sada³⁹ je na deponiji TENT „B“ odloženo oko 73 miliona tona pepela. Na TENT „B“ u primeni je tehnologija prikupljanja, pripreme, transporta i odlaganja pepela u vidu guste hidromešavine. Smeša, suspenzija pepela i šljake i vode (čvrsto : voda = 1 : 1) se pumpama transportuje i sukcesivnom promenom istačkih mesta, ravnomerno istače – odlaže na aktivnu kasetu deponije. Nova tehnologija je obezbedila značajno smanjenje i sprečavanje raznošenja pepela pod dejstvom vetra i smanjila zagađenje podzemnih voda i tla jer se otpadne vode sa deponije više ne ispuštaju u kanal Vukićevicu i reku Savu (prelivnih voda više nema, dok se drenažne vode recirkulišu, odnosno ponovo vraćaju u sistem).



Slika 15. Ortofoto snimak elektrane, deponije pepela TENT „B“

Kao što je već rečeno, novi sistem ugušćenog transporta pepela, u srazmeri 1:1, značajno doprineti i očuvanju okolne životne sredine, kako smanjenjem njegovog razvejavanja tako i manjim zagađivanjem podzemnih voda.

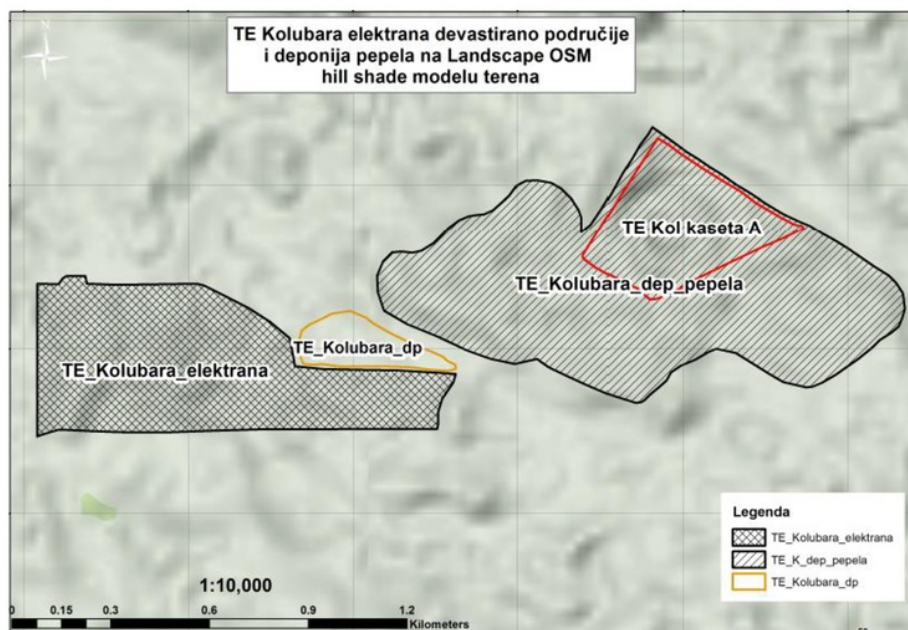
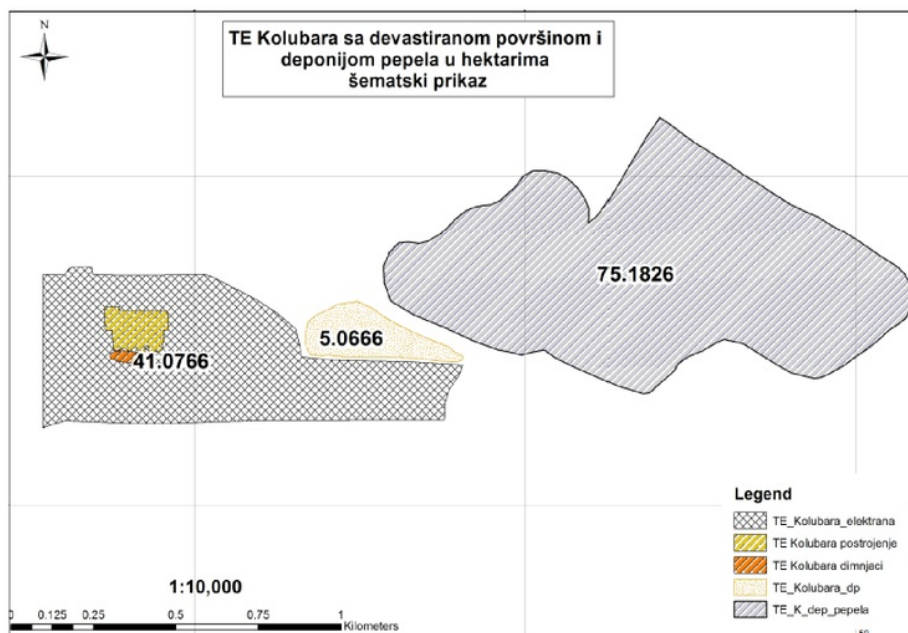
Postupak transporta, odlaganja i skladištenja pepela prati se u skladu sa postojećim dostupnim tehnologijama sa cinjem da se što bolje i kvalitetnije obezbedi zaštita životne sredine. Neke od tehnologija koje se primenjuju su:

- » biološka rekultivacija (*setva trava i sadnja drveća i žbunja*);
- » druge mere zaštite na aktivnoj kaseti (*održavanje vodenog jezera, kvašenje suvih površina i kvašenje novizgrađenih nasipa*).



Slika 16. Ortofoto snimak deponije pepela na lokaciji TENT „B“

Slični metodi odlaganja pepela i šljake na deponije praktikuju se i u TE Kolubara. Neposredno pre transporta na deponiju pepeo se hladi i kvasi u odgovarajućim bunkerima postavljenim iza elektrofiltara. Posle toga, se pepeo i šljaka hidrauličnim putem transportuje na deponiju. Odnos pepela i šljake je 90-97% prema 3-10%. Deponija pepela i šljake TE Kolubara zauzima ukupnu površinu od 77 ha.



Slika 17. TE Kolubara sa devastiranom površinom i deponijom pepela u hektarima - šematski prikaz i hill shade model terena

U TE Kolubara od 1979. godine se pored ugradnje elektrofiltara za prečišćavanje dimnih gasova menja i unapređuje sistem transporta pepela i šljake. Od izgradnje i puštanja TE Kolubara u pogon umesto transporta pepela žičarom, od 1979. godine prelazi se na hidraulički transport pepela i šljake. Tada TE Kolubara postaje moderna elektrana čija snaga varira od 32 MW do 271 MW sa nizom kombinacija snaga i mogućnosti angažovanja.

I u drugim termoelektranama uglavnom se transport pepela i šljake obavlja hidrauličnim putem.

U TE Morava pepeo iz kotla skuplja se u elektrofilterske i kotlovske bunkere. Šljaka iz kotla pada u mokri odšljakivač gde se hladi i drobi i hidrauličnim putem transportuje na deponiju. Na krajevima levkova koji su postavljeni ispod kanala dimnih gasova elektrofiltara i kotla, ugrađeni su vodni ejektori pomoću kojih se pepeo i šljaka sa vodom (u odnosu 1:1) potiskuju do bazena pulpe, a odatle bager pumpama do deponije šljake i pepela. Pepeo se odlaže na otvorenu deponiju površine 45 ha. Od toga pasivne kasete - rekultivisane, zauzimaju 11,5 ha, aktivne 9,7 ha (3 kasete). U pripremi je izrada nove kasete od 6 ha, tako da ukupna površina iznosi 27,2 ha.

Ukupna površina deponije šljake i pepela iznosi 45 ha. Od toga humuzirano, zatravljeno i po obodima nasipa zasaden bagrem i tamaris oko 10.000 komada u ukupnoj površini od 8,6 ha. To su tzv. kade I, II i III. Na površini od 2,4 ha stvoreno je brdo šljake i pepela, takođe humuzirano. Prosečna visina odlagališta pepela i šljake kreće se od 15 – 30 metara. Sve preko 30 metara predstavljaju odlagališta sa visokim rizikom. Od toga, na 40 ari je posaden eksperimentalni voćnjak i to: 5 vrsta vinove loze (100 kalema), 5 vrsta krušaka (40 sadnica), 5 vrsta jabuka (50 sadnica), jedna vrsta breskve (40 sadnica) i 30 sadnica šljiva. Preostalih 2 ha korišćeni su za proizvodnju deteline, a u poslednje tri godine kukurza i ječma. Kada IV površine 3,2 ha je takozvana protočna, a kade V i VI se koriste za odlaganje šljake i pepela. Njihova površina je oko 6,5 ha. Kada VII čija je površina 6 ha ima funkciju prijema izbistrene vode. Preostalo zemljište, do potrebe za korišćenjem kao deponija šljake i pepela, koristi se za uzgoj žitarica.



Slika 18. TE Morava deponija pepela i elektrana ortofoto snimak

U TE Kostolac A i B, prelaskom na malovodni transport pepela i šljake (1:1, voda-pepeo) na unutrašnje odlagalište PK Čirikovac po planu krajem 2015. godine obezbeđen je znatan procenat smanjenja zagađenja vazduha. Takođe, ovim načinom odvođenja pepela na deponiju obezbeđeno je da povratna voda iz sistema transporta pepela se vraća u TE Kostolac A, u okviru jednog zatvorenog sistema, čime se takođe smanjuje postotak zagađenja

površinskih i podzemnih voda. Na ovaj sistem deponovanja pepela i šljanje čelnici EPS-a su se odlučili tokom 2013. kada su i započeti građevinski radovi (izgradnja silosa).

Deponija pepela i šljake unutrašnje odlagalište PK Čirikovac je napušteni kop. Zauzima površinu od 189 ha, podeljena je na dve kasete. Površina kasete 1 je oko 64 ha trenutno je u fazi formiranja i kasete 2 površine oko 125 ha. Do sada je na deponiju PK Čirikovac odloženo oko 2,8x10⁶ t pepela, koji je okarakterisan kao neopasan otpad koji ima upotrebnu vrednost. Tehnologijom guste hidromešavine ne dolazi do zagađenja vode, jer je sistem vode zatvoren proces, voda se ne ispušta u recipijent. Ne dolazi do zagađenja zemljišta, jer zagađujuće materije iz pepela ne dospevaju u podzemne vode i na taj način ne zagađuje se zemljište, pored toga pepeo se odlaže na već degradiranim površinama.



Slika 19. Kostolac deponija pepela ortofoto snimak

Takođe, treba naglasiti da pre ispuštanja dimnih gasova u atmosferu iz TE, vrši se čestično prečišćavanje elektrofiltarskim uređajima. Svaki blok ima po dva dimna kanala, na

kojima su instalirani elektrofiltri adekvatnog kapaciteta. Po prečišćavanju dimni gasovi se ispuštaju kroz dimnjak propisane i projektovane visine i kroz zasebne dimne kanale za svaki termoblok.

U principu svaka TE poseduje elektrofiltre. Ovi uređaji uglavnom su postavljeni u pozadini termoelektrana i to u okviru svakog termo-bloka i veoma su bitni za prečišćavanje i taloženje pepela. Po konstrukciji unutar svakog elektrofiltra postavljene su rešetke koje su opterećene naponom koji dovodi do otaloženja pepela iz dima koji nastaje tokom procesa sagorevanja uglja. U pravilnim vremenskim intervalima rešetke se stresaju, sakupljeni pepeo pada i skuplja se a dalje se meša sa vodom. Tako pomešan pepeo i voda se posredstvom hidrauličnih pumpi transportuje na aktivnu kasetu.

Dakle, kao što je već rečeno u radu TE i TO-T⁴³ avljaju se izvesni štetni produkata pri proizvodnji toplotne i el. energije u vidu lagerovanja pepela i šljake i stvaranje tzv. deponija. Deponije pepela i šljake predstavljaju površinske izvore zagađivanja vazduha i vode, a samim tim i zemljišta. Sve posmatrane TE koje predstavljaju predmet i osnov istraživanja ovog rada imaju svoje deponije pepela i šljake koje zauzimaju značajne površine i tako čine devastirana područja koja treba remedijacijom vratiti prvobitnoj nameri ili postojeće devastirano područje tj. *brownfield* lokaciju pretvoriti u privlačnu zonu koju će biti moguće iskoristiti za poljoprivredno ili industrijsko dobro, rekreativni park ili sportski teren i sl.

4.8.3. Predloženi plan ponovne upotrebe

U cilju sagledavanja realnog stanja zagađenja životne sredine i sprovođenja postupka remedijacije devastiranih područja u blizini termoelektrana, rudarskih basena i kopova, devastiranih površina prekrivenih pepelom, jalovištem i šljakom kao i drugih industrijskih objekata koji u izvesnoj meri zagađuju životnu sredinu sprovedeno je više studija i Strategija sa ciljem smanjenja emisije štetnih gasova i materija sa ovih područja.

Brownfield lokacije su napuštene i nedovoljno profitabilne oblasti, postrojenja, geografske lokacije u poslovnom smislu koje očekuju svoju prenamenu i povratak široj društvenoj zajednici ili javnom dobru. Ova oblast iskorišćavanja i prenamene napuštenih poslovnih lokacija i dekontaminacija i čišćenje područja od zagađenja još uvek je zakonski nepotpuno uređena, ali ipak pruža značajne uslove opstanka i dobro funkcioniše u praksi. U studiji „Oživljavanje *brownfield-a* u Srbiji“ ističe se da kod nas postoji adekvatan okvir kojim se predviđa projektovanje, sanacija, upravljanje i revitalizaciju *brownfield* lokacija. Za intenzivniju primenu neophodno je urediti zakonski osnov koji bi opštinama i jedinicama lokalne samouprave dao šira ovlašćenja kako ³⁶ politiku sanacije i revitalizacije *brownfield-a*“ obavljali što efikasnije, brže i ekonomičnije. Ovde se prvenstveno misli na novu regulativu u oblasti imovine lokalne samouprave. Sistematičnost i jedan sveobuhvatan pristup kada su u pitanju *brownfield* lokacije i njihova prenamena treba da identifikuje više kvalitetnih mogućnosti i opcija za prenamenu *brownfield* lokacije. U tom pogledu neophodno je da se urade adekvatni katastarski pregledi i elektronski modeli, na osnovu kojih je moguće razviti katalog resursa kako bi se prikazala potencijalna ponovna upotreba. Katalog potencijalnih

resursa ponovne upotrebe *brownfield* lokacija treba da sadrži adekvatne informacije i da uvaži ekološke norme i standarde na osnovu kojih je moguće razviti i implementirati revitalizacija *brownfield* lokacija, uključujući i održiva ili „zelena“ čišćenja i strategiju ponovne upotrebe. Katalog će omogućiti zainteresovanim stranama da odrede najkorisnije ostvarive upotrebe *brownfield* lokacija u svojim zajednicama.

U strateškim dokumentima EPS-a ističu se mogući pravci prenamene i prestrukturiranja kao i gašenja neprofitabilnih blokova termoelektrana i njihovo usaglašavanje sa evropskim direktivama. U tom pogledu, Elektroprivreda Srbije (EPS) kroz svoju poslovnu i društveno odgovornu politiku poslovanja radni na realizaciji projekata kojim se unapređuje rad termo blokova u termo elektranama a koje su u skladu sa najnoviji direktivama EU. To usklađivanje već se sprovodi, kontrola funkcionalnosti rada i nivoa zagađenja obavlja se posredstvom Nacionalnog plana za smanjenje emisija.

Mogućnost postepenog usaglašavanja sa direktivnom EU predviđa se da bude realizovana do kraja 2023. godine. Većina projekata kojima se teži smanjiti emisija štetnih ⁴⁰ova iz termoelektrana je u toku. Naročito akcenat je stavljen na smanjenje emisije praškastih materija, azotnih oksida i sumpor dioksida iz termoelektrana. Osim toga, EPS sprovodi analizu u domenu zatvaranja pojedinih neprofitabilnih termo blokova u termoelektranama i njihovu revitalizaciju i remedijaciju.

JP EPS je i u prošlosti vodio računa o rekultivaciji devastiranih površina koje je svojim radom i eksploatacijom termoelektrana i rudarskih kopova stvorio. U tom pogledu pored sprovođenja obaveznih, zakonom propisanih mera, na detoksikaciji područja na kojima obavljaju eksploataciju i svoju delatnost JP EPS u saradnji sa drugim poslovnim partnerima ili sopstvenim aktivnostima vrši pošumljavanje ili zasejavanje površina na kojima više ne sprovode rudarske aktivnosti. Takode, na pasivnim kasetama deponija pepela i šljake vrši se ozelenjavanje i/ili pošumljavanje sa ciljem da se kroz rekultivaciju takvih površina smanji negativan uticaj eksploatacije ruda, smanji negativan uticaj po okolinu, zaustavi podizanje pepela i čestica pepela u vazduh u oklonom području kao i da se opšte posmatrano obezbedi zaštita životne sredine i održivi razvoj.

4.8.4. Dosadašnja istraživanja i prikupljeni podaci

Regeneracija *brownfield* lokacija postala je entralna tema tookm ¹²⁹poslednjih nekoliko decenija u svetu i kod nas. U delima različitih autora koji su sprovodili istraživanja u ovoj oblasti ističe se da rešenje *brownfield* lokacija je moguće obezbediti u situacijam u kojima postoji komromis između ekonomske opravdanosti, finansijskih sredstava i ekološke održivosti kao osnovnih postulata razvoja svake moderne kompanije.

Elementarne osobine socijalističke privrede sastojala se u državnom vlasništvu nad zemljištem neracionalnom upotrebom prostora i poedovanjem ogromnih proizvodnih kapaciteta sa niskim koeficijentom iskorišćenja.. Pored toga, urbanističko planiranje nije pratilo logiku kapitala prilikom distribucije zemljišta pa su fabrike podizane ad hok kako se

javljala potreba da se jedan deo lokalnog stanovništva zadrži na tom geografsom području. Sa padom socijalističkog režima dolazi do pojave devastiranih područja širom zemlje jer su brojne fabrike otišle u stečaj a njihov⁶ imovina je napuštena, urušena i devastirana. Sva ova područja su devastirana i zagađena u većoj ili manjoj meri i neophodna im je sanacija i rekultivacija jer u suprotnom ona imaju velika ekonomska i ekološka opterećenja.

Pri podeli devastiranih područja u našoj zemlji razlikuju se sledeća brownfield područja:

- » Funkcionalno napuštena područja u koje se ubrajaju područja ili lokacije bez aktivnosti, ali sa titularom vlasnika;
- » Pravno napuštena područja u koje se ubrajaju područja ili lokacije koje su u vlasništvu preduzeća protiv kojih je pokrenut stečajni postupak;
- » Imovinski napuštena područja u koje se ubrajaju područja ili lokacije sa nerazjašnjenim pravno imovinskim odnosima i¹⁴
- » Fizički napuštene lokacije koje obuhvataju područja ili lokacije koje je bivši vlasnik napustio i ostavio je u nadležnosti grada/opštine.

U zemljama koje su u tranziciji realizovan je veliki broj projekata koji imaju za cilj sanaciju i ponovno korišće industrijskih lokacija. U našoj zemlji to je slučaj sa lokacijama koje su u vlasništvu JP EPS-a. Devastirana područja koja su u¹¹³ sništvu EPS-a najčešće se nalaze u okolini TE i rudarskih kopova i basena. Naročito treba imati u vidu da su ove površine veoma velike i da se mere u hiljadama hektara. Takođe, evidentno je da se za potrebe elektroenergetskog sistema zemlje iz termoelektrana proizvodi oko 70% el. neergije. Električna energija proizvodi se u termoelektranama PD TE „Nikola Tesla“, PD „TE-KO Kostolac“, PD „Panonske TE⁵²“O“,

Aktuelni Zakon RS iz oblasti zaštite životne sredine ukazuje na činjenicu da je JP Elektroprivreda Srbije obavezno da svoju poslovnu poliziku i rad svih svojih objekata uskladi sa odredbama Zakona o integralnoj prevenciji i kontroli zagađenja do 2015. godine. Praktično, nacionalni propisi treba da su usaglašeni sa propisima EU, a to dalje znači da EPS u svim svojim novim objektima, kao i objektima predviđenim za revitalizaciju mora primenjivati nove odredbe i savremene mere zaštite. Ka o na primer, ugradnja postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova i elektrofilteri visoke efikasnosti.

Radi smanjenja aerozagađenja predviđaju se mere kao što su:

- » instalacija savremene opreme za mnitoring i smanjenje emisije otpadnih čestica;
- » rekonstrukcija elektrofiltera popštujući EU norme (GVE = 50 mg/m3 čvrstih čestica);
- » minimiziranje koncentracije azotnih oksida prema EU normama (GVE = 200 mg/m3 azotnih oksida);
- » projektovanje, izrada i inсталacija postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova prema EU normama (GVE = 400 mg/m3 sumpornih oksida);
- » korišćenje „zelene tehnologije“ kako bi se zaštitila životna sredina;
- » rekultivacija deponija pepela ut primenu adekvatnih agroteničkih mera;
- » poštovanje globalnih normi koje se danap rimenjuju u zaštiti životne sredine.

U zaštiti voda primenjuju se strateški principi zanosvani na:

- » analizi, metodama i postupcima za smanjenje štetnih materija iz otpadnih i procesnih voda kao i prečišćavanje istih;
- » merenju kontrole kvaliteta ispuštenih voda iz postrojenja;
- » primenu savremenih tehnoloških rešenja kojima se smanjuje uticaj procesnih voda na širu društvenu zajednicu i dr.

Radi ukupnih efekata moguće je primeniti nekoliko strategija kao što su:

- » ispitivanje isplativosti i mogućnosti prodaje pepela i šljake kao sekundarnih sirovina cementnoj industriji, fabrikama za puteve i dr.
- » uvođenja menadžment sistema za upravljanje zaštitom životne sredine i istraživanjem mogućnosti primene proizvodnje zelene energije.

Ispitivanje potrebnih sredstava i opravdanosti usaglašavanja postojećih blokova TE u Srbiji sa EU direktivama je data u okviru propisanih dokumenata kojim se politika zaštite životne sredine i uređuje.

U tabeli paralelno je prikazan odnos emitovane količine štetnih materija ukupno za TE JP EPS na godišnjem nivou (pri radu od 6.000 sati) pre sanacije blokova kao i očekivane količine posle modernizacije blokova a u skladu sa pravnom regulativom EU.

Tabela 10. Emisija iz TE JP EPS Srbija

Vrsta emisije	Ukupna emisija iz TE EPS-a (t/godini)	
	Stanje pre korektivnih mera	Stanje posle korektivnih mera
Čestice	66.900	5.850
SO ₂	360.440	40.720
NO ₂	43.200	16.350

Na osnovu prezentovanih podataka evidentno je da je neophodno visoke emisije azotnih oksida (do 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) koje se generišu na pojedinim blokovima TE, svesti na minimum posredstvom primarnih mera za smanjenje NO_x iz TE EPS-a i dovodenje u propisane okvire (GVE = 200 mg/m^3).

Postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova izgrađeno je u TE „Nikola Tesla B“, u periodu 2010–2013. godina, a zatim i postrojenja u TE „Nikola Tesla A5 i A6“, u periodu 2011–2013. godina i TE „Nikola Tesla A3 i A4“, 2012–2014. godine. Kada je reč o postrojenjima za odsumporavanje na ostalim blokovima u TE JP EPS (TE „Nikola Tesla A1 i A2“, TE „Kolubara A5“, TE „Kostolac A1 i A2“ i TE „Morava“), odluka o njihovom usaglašavanju sa zahtevima doneta je u skladu sa odlukom o njihovoj daljoj eksploataciji i proizvodnji električne energije.

Unapređenje zaštite životne sredine i realizovane mere koje su u Srbiji na ovom planu intenzivirane od 2004 do 2008. kao i posle tog predioda značajno su unapredile ovu oblast. U domenu zaštite životne sredine postignuti su očekivani efekti realizovanih mera zaštite vazduha. U ove mere ubrajaju se:

- » ispunjenje zakonskih propisa EU za smanjenje emisije čestica (GVE = 50 mg/m^3);

- » smanjenje godišnje emisije čestica u vazduh: 88% ukupna emisija TENT A i B i 54% ukupna emisija TE „Kostolac A i B“;
- » poboljšanje kvaliteta vazduha u okolini Obrenovca, Kostolca i okolnih naselja a posredstvom minimizacije emisij opasnih materija u vazduh.

4.8.5. Korektivne mere i ciljevi

40

U Srbiji planira se obnavljanje ili zatvaranje pet termoelektrana, a u periodu od 2025. do 2030. godine i to: TE „Morava“, „Kostolac“, „Nikola Tesla“ i „Kolubara“. U okviru disertacije detaljnije se analiziraju osnovni ekonomsko-ekološki pokazatelji na osnovu kojih je moguće doneti ispravnu i objektivnu ocenu i isplativnosti obnavljanja ili zatvaranja blokova u TE „Kolubara“.

Postojeće stanje u TE Kolubara ukazuje na velike gubitke u proizvodnom procesu, visoku cenu održavanja opreme i tehnološkog procesa, povećane fiksne i varijabilne troškove u TE „Kolubara“ kao i na činjenicu da se iz blokova TE „Kolubara“ emituju znatne količine prašastih materija, azotnih oksida i sumpor dioksida. Prethodno pobrojani razlozi TE „Kolubaru“ su identifikovali kao potencijalnog kandidata za zatvaranje.

U strateškim dokumentima EPS-a i Akcionim planovima za proizvodnju „zelenе energije“ ističu se četiri onovna kriterijuma na osnovu kojih se donosi odluka o zatvaranju (gašenju) blokova i termoelektrana. U te kriterijume ubrajaju se:

1. skupo, neefikasno i nerentabilno održavanje blokova termoelektrana tj. gledaju se najskuplji blokovi za rad;
2. najmanja instalisana snaga u EPS-ovoj floti lignita, tj. blokovi koji prema redosledu koristi imaju najmanju instalisanu snagu;
3. mali učinci u godišnjoj proizvodnji el. energije, tj. gledaju se blokovi imaju najmanju proizvodnju u EPS-ovoj floti na godišnjoj osnovi, kao i
4. mali učinci na dnevnoj osnovi, tj. gledaju se blokovi koji imaju nizak dnevni doprinos proizvodnje čak i tokom udarnih meseci.

U analizi opcija koje se mogu primeniti na svaki blok TE „Kolubara“ ističe se zatvaranje tj. gašenje blokova ili promena vlasništva i namene određenog termo bloka. Sve i da se odustane od zatvaranja blokovskih postrojenja u TE „Kolubara“ treba imati u vidu da postojeći sistem proizvodnje električne energije je izuzetno nerentabilan a investicije na adaptaciji blokova zahtevale bi znatno viša ulaganja neophodna za rad bloka u odnosu na korist koju isti pruža pri proizvodnji el. energije. Zato se u Strategiji EPS-a predviđa postepeno zatvaranje blokova. Prvo se planiraju, na osnovu prethodno pobrojanih kriterijuma, zatvoriti blokovi A1 i A2 već tokom 2018. godine, a kroz nekoliko godina planira se zatvaranje blokova A3 i A5, verovatno posle 2020. godine. Navedeni podaci su okvirni, jer u trenutku pisanja ovog materijala, EPS još uvek nije sproveo javne nabavke za detaljan plan regulacije, zatvaranja i remedijacije prostora na pomenutim blokovima. Takođe, predložena zatvaranja nisu sigurna jer o istim se mora odlučivati na osnovu rezultata i analiza koje treba da se urade kroz pomenutu javnu nabavku. Za sada je okvirni plan o zatvaranju ili prenameni pojedinih blokova TE „Kolubara“ definisan i uvršten Akcioni plan. Ipak, bilo kako bilo blokovi TE „Kolubara“ posle 2023. godine ne bi mogli raditi više od 20000 sati godišnje da rade. Ako se ima u vidu raspoloživa tehnologija proizvodne, kao i godina izgradnje i puštana TE „Kolubare“ u rad evidentno je da i uz revitalizaciju kandidati za gašenje ne bi bili

profitabilni zbog neefikasnosti i troškova depresijacije. Takođe, podaci o dugoročnom poslovanju i strategiji unapređenja rada EPS-a ukazuju na činjenicu da po zatvaranju blokova termoelektrane sledi postupak konzervacije i remedijacije, a sve u skladu sa međunarodno prihvaćenim standardima u oblasti zaštite životne sredine. Postupak zatvaranja i konzervacije određenih blokova termoelektrane „Kolubara“ sprovedeće se na osnovu izvedenih studija i terenskih istraživanja.

U okviru dosadašnjih istraživanja, strategija i akcionih planova kao i planova odgovornog poslovanja preduzeća EPS evidentno je da se preduzimaju aktivnosti i mere kojima se obezbeđuje poboljšanje efikasnosti rada postrojenja, a takođe se predviđa i povlačenje parnih blokova u TE „Kolubara A1–A5“ (ukupne nominalne snage 161 MW, a stvarno raspoložive oko 120 MW), zbogstarosti 45–55 godina, niske produktivnosti u radu i velikog angažovanja do sada (255.000 do 330.000 radnih sati). Danas ovi blokovi rade sa visokom specifičnom potrošnjom pa se ulaganje u njihov remont ne očekuje i neisplazivo je. Drugim rečima specifična potrošnja od 16.000 kJ/kWh, uzrokuje negativne ekonomsko-finansijske i ekološke posledice. Istovremeno, njihov rad ugrožava pogonsku sigurnost i bezbednost osoblja i opreme.

Povlačenjem tj. zatvaranjem parnih blokova u TE „Kolubara“ prouzrokovalo bi potrebu konzervacije opreme za buduće korišćenje ukoliko se potreba za to ukaže. Zatvaranje blokova izazvalo bi i otpuštanje zaposlenih, ali bi sa druge strane znatno snizilo troškove održavanja, snizilo nivo emisije štetnih materija u vazduh i povećalo efikasnost zaštite životne sredine. Pored zatvaranja u analizu mogućnosti i isplativosti projekta razmatra se i opcija promene vlasništva nad određenim blokovima. Na taj način moguće je kroz uspostavljanje saradnje sa spoljnim investitorima obezbediti nastavak pružanja usluge, na primer proizvodnje pare ili grejanje. Takođe, kroz ovaj oblik saradnje se obezbeđuje i osigurava zaposlenost ljudi, ali istovremeno obezbeđuje i nastavak ulaganja u blokove.

4.9. Analiza remedijacionih alternativa

U analizi različitih remedijacionih alternativa i unapređenju razvoja „zelene“ energije primenjuju se različiti metodi i istražuje niz mogućnosti. Jedan od takvih projekata jeste i projekat sproveden između EPS-a i Evropske banke za obnovu i razvoj (EBRD) za realizaciju projekta u rudniku „Kolubara“ i finansijskom restrukturiranju EPS-a, podržanom od strane EBRD-a. Kao glavna tema sastanka istaknut je značaj u uspostavljanju prvog „zelenog“ projekta u JP EPS i RB „Kolubara“, kao jednog od najvećih investicionih projekata u rudarstvu. Projekat predviđa nabavku savremene opreme za eksploataciju rude sa površinskih kopova, kao i kompletnog sistema kojim bi se upravljalo kvalitetom eksploatacije rude. Na taj način bi se doprinelo boljoj i kvalitetnijoj zaštiti životne sredine i efikasnijem poslovanju EPS-a.

U okviru ovog poduhvata i projekta analiziran je potencijalni dalji razvoj i reorganizacija EPS-a, kao i o nastojanju EPS-a da kroz koordinaciju sa državnim ministarstvima obezbedi dugoročne, održive i kvalitetne uslove za objektivnu eksproprijaciju. Eksproprijacija je prvi korak kojim se obezbeđuje istraživanje i otvaranje novih kopova. Akcenat je dat novom projektu, kako bi se dugoročno rešili nagomilani problemi niske

продуктивности kopova и TE а значајнијим подизањем савремених пословних станунапреденју okружења у погледу одрживости и заштите животне средине.

У експлоатацији угља и ⁷⁸производњи електричне енергије JP EPS мора решити све своје обавезе наследене из прошлости са једне стране, а са друге стране мора створити оптималан пословни амбијент којим може одговорити савременим захтевима енергетског ¹²⁷а. Дакле, важно је да производи квалитетну електричну енергију по повољним условима. Да би то било могуће, неопходно је да EPS као национална компанија уважи и поштује високо зацртане стандарде propisane у директивима EU.

4.10. Ремедијационе активности / мере

Primarni cilj remediјационих активности и мера састоји се у избору техника и оптималних могућности на основу којих је могуће свести ниво загађења земљишта, воде и ваздуха у okolinama termoelektrana и rudarsких kopova на што мању меру. Загађујуће материје важно је спречити како не би доспеле у ланак исхране. Једини ⁴¹на да се то избегне jeste примена remediјационих техника. Која ће се техника применити ^{зависи од низа фактора, као што је:} количина и врста загађења, природа и конфигурација терена и др.⁷⁹

4.10.1. Kratak opis ključnih remediјационих активности

Optimalni obrascи и strategije за одрживу *brownfield* regeneraciju могу се спровести кроз више етапа, и то:

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

Одржива regeneracija *brownfield* локација је комплексан процес који подразумева strateški приступ кроз све етапе реализације.

У српводењу regenerације *brownfield* локација од суштинског значаја су квалитетни planski документи.

Један од најважнијих докумената према коме ⁸⁰ба у будућности усмерити активности на унапреденју производње електричне енергије jeste: „Strategija razvoja energetike Republike Srbije 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 унапреденју енергетског сектора Србије.

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

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

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

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

Teći korak podrazumeva proizvodnju električne energije koja će minorno ugrožavati životnu sredinu.

Četvrti korak odnosi se na obezbeđenje ekonomske efikasnosti i konkurentnosti na tržištu energije. Energija⁶⁷ posmatra kao svaka druga roba pa njen promet i cene moraju dobiti tržišni karakter. U cenu energije moraju biti uvršteni i troškovi zaštite životne sredine i rekultivacije zemljišta.

Takođe, uspešna regeneracija brownfield lokacija podrazumeva i sprovođenje niza preventivnih mera od kojih je najvažnije ostvariti direktnu vezu između aktivnosti postrojenja u toku njegovog rada¹¹² sledica koje iz toga prističu na buduću brownfield lokaciju (nakon prestanka rada). Sve mere koje se preduzimaju u cilju zaštite životne sredine i zdravlja ljudi (zaposlenih i onih koji žive u okolini) u toku rada postrojenja se smatraju preventivnim merama za sprečavanje kontaminacije buduće brownfield lokacije.

Zatvaranje nekog postrojenja predstavlja niz aktivnosti na njegovoj lokaciji koje je neophodno sprovesti radi njenog dovođenja u prvobitno stanje. Ove aktivnosti osim izmeštanja sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda koji se nađu u objektu, demontaže opreme i uređaja, između ostalog uključuju i rušenje i odlaganje otpada, kao i sanaciju i obnovu terena. Najvažnija pitanja u vezi zatvaranja postrojenja, tačnije njegovog stavljanja izvan pogona, odnose se na zagađenje tla i podzemnih voda nastalih obavljanjem delatnosti, uklanjanje zagađenja radi sprečavanja njegovog širenja i uklanjanje i zbrinjavanje materijala koji se koristio na lokaciji. Procedure i postupke stavljanja postrojenja van pogona, treba uključiti u operativ¹⁷ planove za postojeća postrojenja, kao i u projekte novih.

Dokument Plan mera za zaštitu³⁰ tne sredine posle prestanka rada i zatvaranja postrojenja je sastavni deo dokumentacije koja se podnosi uz Zahtev za dobijanje integrisane dozvole¹⁴⁵ a Članu 9. Zakona o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine ("Službeni glasnik RS" broj 135/04).

Uticaji na životnu sredinu, posle prestanka rada i zatvaranja postrojenja mogu biti izazvani udesnim situacijama većeg ili manjeg obima (izlivanjima, isticanjima i sl.), kao i potrebom demontaže ili konzerviranja mašina, opreme i uređaja koji su prestali sa radom. Rizik s kojim se suočava svako preduzeće jeste da će njegova finansijska izloženost budućim troškovima zatvaranja s vremenom rasti i tako preteći njegovu održivost. Budući da investitori postaju sve svesniji navedenih rizika, preduzeća koja su time najviše zahvaćena uočice da trošak njihovog kapitala raste, a vrednost preduzeća opada. Iz tog razloga, postupak stavljanja postrojenja van pogona treba planirati, finansirati i, ukoliko je moguće, sprovesti tokom veka njegovog trajanja.

Nakon usvajanja Plana detaljne regulacije, ova lokacija može postati industrijska zona u okviru koje može poslovati veliki broj privrednih subjekata.

Zemljište na lokaciji koje je trenutno dominantno u statusu da je vlasnik Republika Srbija, a korisnih JP EPS, treba urediti na način da se izdvoji javno zemljište od ostalog.

Studija izvodljivosti ili Projekat unapređenje upravljanja imovinom se pre svega bavi potencijalnom budućom namenom i uređenjem prostora i nedostaje joj razrada ekonomsko-finansijske opravdanosti. Na bazi studije priprema se i predlog plana preparcelacije kompleksa. Potrebno je unaprediti primarnu i u skladu sa planovima izgraditi sekundarnu infrastrukturu, a u skladu sa nalazima studije sanirati objekte u kompleksu koji su u državnom vlasništvu. Za sprovođenje ovih aktivnosti potrebno je uraditi studiju ekonomsko-finansijske

održivosti na bazi postojeće studije i uraditi projektnu dokumentaciju za rekonstrukciju infrastrukture i objekata.

4.10.2. Remedijacija zemljišta

² „Bioremedijacija je skup postupaka za remedijaciju uz primenu bioloških agenasa. U užem smislu pod bioremedijacijom se smatra remedijacija uz pomoć mikroorganizama, a u širem smislu uz pomoć biljaka (*fitoremedijacija*). Mnogi autori navode da je koncentracija elementa u korenu biljke najbolji indikator biodostupnosti tog elementa.“⁸¹ Dobri fitoremedijatori su vinova loza, bagremova šuma, zasadi pšenice i dr.

U pogledu remedijacije zemljišta JP EPS na svojim rekultivisanim površinama, naročito u pogledu RB „Kolubara“ gaji zasade pšenice, na kojima iz godine u godinu beleži rekordne prinose pšenice i drugih ⁶³ kultura koje se tu uzgajaju – kukuruza, suncokreta, deteline, lucerke i voćnih zasada. Radnici Sektora za zaštitu i unapređenje životne sredine Rudarskog basena „Kolubara“ tokom prve polovine jula uglavnom su angažovani na poslovima vezanim za biološku rekultivaciju, obavljajući žetvu markatilne pšenice na površini od 46,9 hektara.

Parcele na kojima se obavljaju žetveni radove, ukupne površine od 22,7 hektara, u ¹¹⁷ roku daju 103,8 tona pšenice, što znači da je prosek iznosio 4,5 tona po hektaru. To je, posebno kada se uzme u obzir da su u pitanju rekultivisane površine. Takođe, JP EPS i ogranak „Kolubara“ raspolažu sa oko 1.000 hektara šumskog zasada na kojima se planira realizacija nekoliko specifičnih projekata. Čak i kada se posmatra na nivou čitave republike, u pitanju je veliko bogatstvo koje sadrži ogromne potencijale.

Stručni tim kojim sektor raspolaže ulaže velike napore da ostvari visok kvalitet šumske oplodnje postojećih i budućih zasada jer je čist vazduh jedan od najvažnijih parametara zdrave životne sredine.

4.10.3. Plan monitoringa

Od početka 2008. godine, kada je iz vršeno merenje, koncentracije praškastih materija iz rekonstruisanih elektrofiltera blokova A1 i A2 i utvrđeno da su one bile iznad garantovanih vrednosti od 50 mg/m³ čapočinju se kontinualna merenja i aktivnosti na usaglašavanju mera smanjenja koncentracije zagađujućih materija na vrednosti koje su propisane direktivama EU. Tokom sprovedenih monitoringa utvrđena su odstupanja koja su najizraženija i najveća bila na elektro-filteru bloka A1, što se dovodi u vezu sa visokim temperaturama dimnog gasa i povećanom količinom dimnog gasa. U narednom periodu ispitani su svi parametri koji utiču na efikasnost rada ovih elektrofiltera i učinjeni naponi za poboljšanje njihovog rada i preduzimanja određenih mera za njihov rad u okviru projektovanih vrednosti.

Prilikom projektovanja i izgradnje blokova TE „Nikola Tesla A i B“ nisu bile preduzete mere za smanjenje emisije sumpornih oksida, te zbog toga koncentracija sumpordioksida ¹⁷ dimnom gasu znatno premašuje domaćom i regulativom EU dozvoljene vrednos ¹⁷ (GVE). Radi dovođenja koncentracije emisije sumpornih oksida na nivo od 400 mg/m³, u skladu sa odredbama Direktive 2001/80/EC, planirano je da se do 2015. godine ugrade

²⁸

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

postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova. Takođe, nisu preduzete mere ni za smanjenje emisija azotnih oksida, pa i koncentracije azotnih oksida u dimnom gasu znatno premašuju dozvoljene vrednosti (GVE). Da bi se koncentracije azotnih oksida dovele na nivo od 200 mg/m³, planirano je da se do 2015. godine uvedu primarne mere za smanjenje emisija na blokovima A3 - A6 TE „Nikola Tesla A“ i blokovima TE „Nikola Tesla B“.

11 Kontinualna merenja emisije štetnih materija obavljaju se od početka 2009. godine, u skladu sa zahtevima Pravilnika o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka („Sl. glasnik RS“, br. 110/97), ugrađena je merna oprema na bloku A6 TE „Nikola Tesla A“ - merenje SO₂, NO_x, CO, O₂, koja je zajedno sa mernom opremom na sledećim blokovima: bloku A3 i A4 TE „Nikola Tesla A“ – merenje SO₂, NO_x, CO, O₂, bloku A1 i A2 TE „Nikola Tesla A“ - merenje čestica, bloku A5 TE „Nikola Tesla A“ - merenje čestica i gasova SO₂, NO_x, CO, O₂ planirana za merenje emisije navedenih štetnih materija u dimnim gasovima ove TE.

76 Prema ovom projektu, potrebno je nabaviti, ugraditi i pustiti u rad opremu za kontinualno merenje emisije SO₂, NO_x, CO, O₂ i praškastih materija u vazduh na blokovima B1 i B2 TE „Nikola Tesla B“, TE „Kolubara - blok A5“, a za TE „Morava“ pokrenut je postupak za nabavku navedene opreme.

U narednom periodu potrebno je:

- » dopuniti ili korigovati softverski program za statističku obradu podataka o kontinualnim merenjima emisije SO₂, NO_x (NO₂), CO i praškastih materija, kako bi se iz statističke obrade pri proračunu srednjih vrednosti izuzeli podaci koji nisu validni;
- » izvršiti nabavku i ugradnju preostale potrebne opreme za kontinualno merenje gasova praškastih materija, i to na TE „Nikola Tesla A“:
 - o merenje emisije gasova SO₂, NO_x, CO, O₂ na blokovima A1 i A2,
 - o merenje praškastih materija na blokovima A3, A4 i A6, kojom će se obezbediti kontinualno merenje emisije štetnih materija u vazduh na svim blokovima TE „Nikola Tesla A“.

Uvođenje akvizicionog sistema za kontinualni nadzor rada elektrofilterskih sekcija TE „Kolubara A“ i operativna primena dobijenih podataka radi smanjenja emisije čestica elektrofilterskog pepela u okolinu preko dimnjaka TE „Kolubara“ započeta je 2008. godine nabavkom merne opreme, koja je ugrađena u skladu sa rešenjima datim u projektu. Takođe, kvalitetnom monitoringu doprinelo je i uvođenje integralnog sistema za kontinualno praćenje uticaja TE „Nikola Tesla“ na kvalitet vazduha u Obrenovcu i okolnim naseljima. Integralni sistem koji je uveden omogućuje sistematsko praćenje uticaja TENT-a na kvalitet vazduha (zagađenje česticama), kao i objektivno i blagovremeno informisanje javnosti o kvalitetu vazduha u Obrenovcu i okolnim naseljima, što je jedan od preduslova za preduzimanje odgovarajućih mera zaštite.

Takođe, kvalitetnom monitoringu doprinose i ugrađeni elektrofilteri na blokovima A1, A2, A4 i A5 TE „Nikola Tesla A“, a koji su, posle obavljenih rekonstrukcija, usaglašeni su sa zahtevima regulative EU za smanjenje emisija praškastih materija.

5 Usaglašavanje rada elektrofiltera blokova A3 i A6 TE „Nikola Tesla A“ i blokova B1, B2 TE „Nikola Tesla B“, zatim bloka A5 TE „Kolubara A“ i bloka A TE „Morava“, sa

zahtevima regulative EU za smanjenje emisija praškastih materija planirano je za period 2009-2010. godina.

Karakteristike emisija iz dimnjaka daju se, za svaku TE posebno, na osnovu rezultata merenja koja obavlja ovlašćena institucija prema Programu merenja iz periodičnih ispitivanja emisija štetnih materija u vazduh.

U narednim tematskim celinama rada detaljnije se analizira, istražuje i ispituje kvalitet životne sredine u okolini TE i površinskih kopova RB Kolubara i Kostolac. Cilj sprovedenih terenskih istraživanja biće usmeren na ispitivanje mogućnosti primene ekoremedijacije devastiranih područja i njihovu ponovnu upotrebu. Takođe, suština narednih tematskih celina rada sastoji se u istraživanju uticaja TE i površinskih kopova rudarskih basena na kvalitet zemlje, vode i vazduha u okolini ovih područja. Akcenat u radu stavlja se na ekoremedijacioni plan *brownfield* lokacija u slučaju područja koja su u vlasništvu EPS-a i mogućnosti njihove prenamene kao i istraživanja konkretne ekološko-ekonomske i socijalne vrednosti.

5. EMPIRIJSKI DEO

JP EPS je svojim strateškim i drugim dokumentima definisao potencijalno potiskivanje nekih postrojenja po izgradnji zamenskih kapaciteta i uklanjanje nekih objekata. Time će se stvoriti prostor za investiranje u druge sadržaje ili prodaju tih površina. U svakom slučaju, neophodno je sagledati problem „istorijskog“ zagađenja tih lokacija i stvoriti prostor za ekoremedijaciju, uz primenu već pripremljenog plana i programa. Među prvim TE na prostoru Republike Srbije koja bi u doglednoj budunosti mogla biti zatvorena ili delimično zatvorena, a jedan deo njene površine rekultivisan i preusmeren u druge namene i delatnosti jeste TE Kolubara. Pored ovog objekta treba napraviti i strategiju remedijacije i drugih objekata koja za proizvodnju el. energije koriste ugalj i mazut (*kao ograničene i neobnovljive izvore fosilnih goriva*) i iznaći mogućnosti za alternativne izvore el. energije i opravdanu prenamenu ovih površina, posle rekultivacije i remedijacije. Otuda se, na osnovu prethodnih konstatacija, dolazi suštinski i do cilj ovakvih projekata.

Svi ekoremedijacioni projekti treba da budu tako koncipirani da pruže adekvatan, opširan i upotrebljiv alat za opis stanja brownfield lokacija JP EPS u najvišim termoelektranama u Srbiji.

Očekivani rezultati su:

- » definisanje prihvatljivog projektnog obrasca i tačno propisanog sadržaja podataka;
- » preduzimanje opsežnih mera kojima je moguće nedvosmisleno obezbediti merljivost ekološkog statusa izabrane brownfield lokacije sa ocenom aktuelnog ekološkog stanja (*sa sub lokacijama*);
- » sprovođenje kvalitetnih ekoremedijacionih (ERM) planova za izabranu lokaciju nakon prestanka rada TE;
- » izbor najprihvatljivijeg modela zasnovanog na ekološko-ekonomskoj proceni i njena valorizacija;
- » akcioni plan sa merama za implementaciju.

U narednim tematskim celinama rada biće sprovedena opsežna terenska analiza i istraživanje mogućnosti sprovođenja ekoremedijacionog plana brownfield investicionih lokacija JP EPS. Cilj terenskog istraživanja sastoji se u sagledavanju uticaja TE i RB Kolubara na životnu sredinu i mogućnosti da se po zatvaranju određenih lokacija sprovede adekvatna rekultivacija i prenamena prostora.

U terenskom istraživanju, kroz različite vremenske periode od 2009 do 2013 godine je uzorkovano zemljište, voda i vazduh u blizini TE Kolubara, TENT, Panonskih TE a sa ciljem da se pruži jedna sveobuhvatna slika i da se formira široko prihvatljiva baza podataka o devastiranim područjima i *brownfield* lokacijama koje su pogodne i privlačne za različite investitore i njihovu ponovnu upotrebu u druge svrhe.

5.1. PROSTORNI I VREMENSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

Sprovedena eksperimentalna i prostorna istraživanja od ranije, kao i istraživanja koja su namenski urađena za potrebe disertacije ukazuju na činjenicu da zaštita životne sredine i remedijacija devastiranih područja koja su u vlasništvu JP EPS zahtevaju stručnu prostornu i vremensku analizu. Drugim rečima, sprovođenje ekoremedijacionog plana je definisano prostornim i vremenskim odrednicama.

Na osnovu uzorka istraživanja može se primetiti da vreme primene ERM plana *brownfield* investicione lokacije u obzir uključuje i onaj vremenski period u kom prestaje da radi postrojenje. Takođe, u vreme primene plana *brownfield* investicione lokacije treba svakako uključiti i vreme zatvaranja postrojenja. Vreme u kome je postrojenje u pogonu, dakle pre nego postane *brownfield* u užem smislu, je od velikog značaja jer se u toku rada postrojenja dešavaju najintenzivniji procesi degradacije prostora i medija životne sredine. Sve mere koje se u tom periodu preduzimaju smatraju se preventivnim merama u ERM planu. U istom periodu se odvijaju i mere usklađivanja sa zakonom i standardima.

Korektivne mere ERM plana se sprovode posle prestanka rada postrojenja i njegove demontaže. Kako se TEK nalazi u zoni uticaja RB Kolubara neophodno je razmatrati budući razvoj ovog područja u kontekstu interaktivnih uticaja TEK, površinskih kopova RB Kolubara i aktivnosti Kolubara Prerade.

Osnovni sukob interesa proističe iz nužnosti produktivne eksploatacije uglja kao neobnovljivog prirodnog resursa i korišćenja obradivog zemljišta kao delimično obnovljivog prirodnog resursa. Naime, eksploatacija uglja ne samo da zauzima velike površine, u ovom slučaju zemljišta visoke bonitetne vrednosti, već ga dodatno degradira odlaganjem jalovine, pepela i drugih štetnih materija, aerorozagađenjem i zagađivanjem vode. Da bi se minimizovalo štetno delovanje rudarskih aktivnosti na poljoprivredne površine, neophodno je u razradi, odnosno implementaciji Plana polaziti od opštih principa i kriterijuma kao što su:

- » racionalno korišćenje zemljišta za eksploataciju uglja;
- » što kraće vreme zauzimanja zemljišta za eksploataciju i odlaganje;
- » efikasna rekultivacija zemljišta; i
- » rigorozna ekološka zaštita.

Druga vrsta konflikata ima naglašenu ekološku dimenziju i sastoji se u ugrožavanju i zagađivanju voda, vazduha, zemljišta i ukupne životne sredine. Ovde je, pored planskih mera u užem smislu, podjednako važna primena instrumenata opšte politike zaštite životne sredine, a u prvom redu:

- » uvođenje strogih ekoloških standarda i kontrole i njihova rigorozna implementacija;
- » uvođenje novih, prostorno-ekološki povoljnih („neutralnih“, ili što manje opterećujućih) tehnologija eksploatacije i prerade uglja i drugih resursa;
- » plansko kontrolisanje prostornih aspekata zagađivanja sredine (kroz kontrolu ekološko-prostornog kapaciteta odnosno pragova sredine); i
- » pažljiva planska kontrola prostorne dimenzije zagađivanja.

Treći konflikt tiče se ekološko-prostornih zahteva koji proističu iz međunarodnih obaveza Srbije, s jedne strane, i nedovoljne ekološko-prostorne sanacije zagađene sredine iz ranijih perioda eksploatacije i prerade osnovnog resursa, s druge. Naime, u sanaciji i rehabilitaciji životne sredine (*rekultivaciji zemljišta, rešavanju problema prečišćavanja voda itd.*) veoma se zaostaje, pa ovo postaje prioritet u predstojećem periodu. Još uvek je otvoreno pitanje izvora iz kojih će biti finansirana sanacija, što je problem čija je složenost dodatno potencirana u uslovima svojinskog i drugog restrukturiranja u oblasti rudarstva i energetike.

Otvaranje Republike Srbije prema svetu i uključivanje u regionalne i šire međunarodne integracije imaće za posledicu uvođenje novijih pristupa i koncepcija prostorno-ekološkog razvoja i kontrole, gde su za razmatranja strateških i regionalnih aspekata najvažnije sledeće:

- » održivi razvoj ili „Clean Coal Strategy”/Strategija čistog uglja;
- » principi i kriterijumi tzv. „industrijske/ privredne ekologije”; i
- » zaštita biodiverziteta.

Koncept obnavljanja degradiranog prostora (*naselja, ekosistema, pejzaža i sl.*) zasniva se na analizi i vrednovanju tradicionalnih vrednosti područja (*graditeljskog i kulturnog nasleđa, socijalnih i humanih vrednosti, prirodne sredine tj. karakteristika reljefa, zemljišta, pejzaža, flore i faune i sl.*). Ovakav stav ne isključuje druge vrednosti i standarde koji su u funkciji zadovoljavanja savremenih potreba čoveka.

Dosadašnje iskustvo nedvosmisleno upućuje na pristup po kome osnovni pravci planske i druge koordinacije treba ubuduće da obuhvate strateške i regionalne aktivnosti prostornog razvoja planskog područja date u narednoj tabeli.

Tabela 11. Strateške i regionalne aktivnosti prostornog razvoja planskog područja

1	Bilansiranje uticaja	Maksimizovanje izglednih pozitivnih uticaja eksploatacije osnovnog resursa, na jednoj strani, i sprečavanje mogućih negativnih uticaja, odnosno njihovo dovođenje na neophodan/podnošljiv minimum, na drugoj;
2	Plansko kontrolisanje faktora	U prvom redu demografskih, naseljsko-komunalnih i ekoloških, koji bi mogli otežati, usporiti ili osujetiti racionalno korišćenje osnovnog resursa;
3	Investiciona privlačnost	Preduzimanje aktivnosti na lokalnom, regionalnom i državnom/nacionalnom nivou kojima se povećava investiciona i druga privlačnost Planskog područja za lociranje komplementarnih programa i projekata razvoja, tj. onih koji se nalaze izvan oblasti eksploatacije osnovnog resursa (prema

		imperativu: „poboljšanje regionalnog profila Planskog područja i njegovog teritorijalnog potencijala”);
4	Ekološka prostorna rehabilitacija	Plansko i programirano otklanjanje dosadašnjih negativnih posledica eksploatacije lignita, a u prvom redu prostorno-ekološka rehabilitacija oštećenih odnosno promenjenih predeonih celina;
5	Socio-ekonomska stabilizacija	Planirano/programirano preduzimanje aktivnosti koje će uticati na promenu dosadašnjih negativnih socio-ekonomskih i prostorno-naseljskih tendencija na Planskom području

Prostornim planom obezbeđuje se zaštita lignitskog ležišta od degradacije i neracionalnog korišćenja. Utvrđuje se restriktivan i planski kontrolisan režim korišćenja prostora i izgradnje infrastrukturnih, privrednih i naseljskih objekata iznad lignitskog ležišta. Posebnim planskim merama i rešenjima biće obezbeđeno da primena pomenutih ograničenja ne utiče na pogoršanje uslova života u naseljima koja se nalaze u eksploatacionom području lignitskog basena. Ove mere biće podržane odgovarajućim institucionalnim i normativnim rešenjima, u skladu s novim strateškim opredeljenjima Republike Srbije u oblasti korišćenja energetske resursa.

Prethodne konstatacije ukazuju da istraživanja devastiranih područja u okolini termoelektrana u rudarskih basena imaju veoma značajnu ulogu u predstojećem periodu. Izradu studije uticaja *brownfield* lokacija koje su u vlasništvu EPS-a i mogućnost remedijacije istih naručio je JP EPS sa ciljem da se utvrdi potencijalno zagađenje životne sredine u neposrednoj i široj zoni uticaja. Takođe, cilj studije sastoji se u formiranju prostorne – GIS baze podataka sa dovoljnim brojem atribuda koji mogu nedvosmisleno okarakterisati i opisati određenu lokaciju i njen kvalitativni sastav zemljišta, vode i vazduha i sadržati relevantne podatke o mogućim preventivnim i korektivnim merama remedijacije konkretne lokacije i rekultivaciju iste.

Terenska ispitivanja i merenja su izvršena 2009, 2012 i 2013. godine od strane kompanije MOL. Neobrađeni podaci su ustupljeni na obradu Fakultetu za primenjenu ekologiju Futura. Deo terenskih istraživanja, obrađen i integrisan u informacioni sistem sa konkretnim planom ekoremedijacije *brownfield* lokacija istovremeno je postao i predmet istraživanja autora disertacije.

5.2. UZORAK ISTRAŽIVANJA

U narednim celinama rada prikazuju se najznačajniji podaci dobijeni na osnovu terenskih istraživanja, obrade „sirovih“ podataka i interpolacije istih u integrisani informacioni sistem i GIS bazu JP EPS-a. Za potrebe izrade studiozne baze podataka ispitivano je zemljište, voda i vazduh u okolini TE Kolubare i RB Kolubara.

Za analizu i ispitivanje zemljišta u okolini RB Kolubara i TE Kolubara uzeto je 19 tačaka. Merenja su obavljena na 17 uzoraka. Dva uzorka, tj. uzorci 12 i 19 nisu uzeti u razmatranje iz razloga što su van grupe koja bi se po svom rasporedu mogla okarakterisati kao relativno pravilna razdaljina između proba, pa bi interpolacija bila previše izražena

(neprirodna) u pravcu pozicija pomenute probe. Uzorci su uzimani u 2 ciklusa. Interpolacija je data za 2010, 2012 i 2013 godinu i čini osnovu GISbaze podataka.

U narednoj celini ilustrovani su najznačajniji parametri u ispitivanju zemljišta, vode i vazduha i dati adekvatni rezultati i diskusija istih kroz dovoljan broj tabela, grafikona i slika.

5.3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

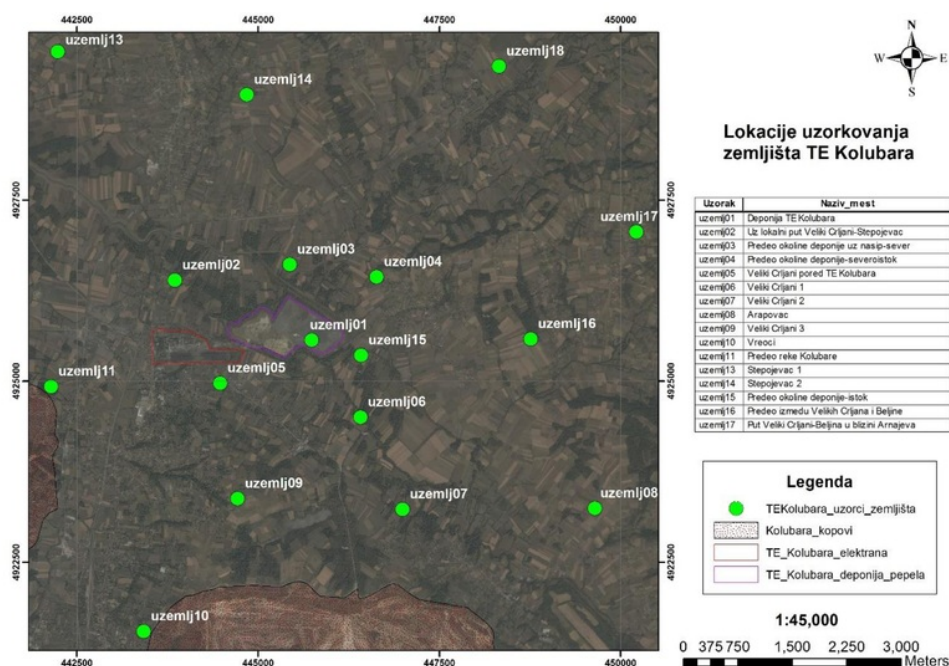
5.3.1. Istraživanje kvaliteta zemljišta u okolini TE Kolubara

„Zemljište predstavlja relativno ²⁹ tanak površinski sloj zemljine kore i ubraja se u uslovno obnovljive resurse.“⁸² Intenzivna upotreba zemljišta uzrokuje promenu kvalitativnog i strukturnog sastava zemljišta. Da bi se sprečila ozbiljna degradacija zemljišta naophodno je pravovremeno sprovoditi aktivnosti na kontrolisanju kvaliteta istog. Na osnovu sprovedene kontrole kvaliteta zemljišta definisace se osetljiva i degradirana područja koja se upisuju u odgovarajuću bazu podataka u kojima se smeštaju i brojni drugi značajni podaci kao na primer: stepen zagađenja, karakteristike zagađivača, vrste zagađujućih materija i dr.

U konkretnom slučaju do zagađenja zemljišta dolazi iz intenzivne industrijske aktivnosti eksploatacijom rude, odlaganjem pokrivke i taloženjem jalovnine, na osnovu koje se menja fizičko-hemijski sastav zemljišta na površinskim kopovima RB Kolubara. Takođe, do zagađenja zemljišta dolazi i na mestima gde se odlaže šljaka i pepeo koji se generiše iz TE Kolubara. Nepropisno skladištenje i odlaganje opasnih materija kao i slučajno ispuštanje praškastih, toksičnih i opasnih materija, nastalo radom industrijskih pogona i tokom eksploataci³⁴ različitih proizvodnih procesa, dovodi do zagađivanja zemljišta. Zbog pobrojanih aktivnosti zemljišta mogu biti u znatno zagađena teškim metalima, koji su toksični i ne mogu ²⁹ razoriti nego samo prevesti u oblike koji nisu dostupni organizmima.

U cilju kontrole kvaliteta zemljišta na TE Kolubara, ispitivanja su obavljena tokom 20, 2012 i 2013 godi²⁹ a za potrebe studije o planu remedijacije degradiranih površina u vlasništvu EPS-a. Programom ispitivanja kvaliteta zemljišta obuhvaćeno je ispitivanje 19 uzoraka zemljišta na sledećim lokalitetima.

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



Slika 20. Uzorci ispitivanja zemljišta u okolini TE Kolubara

Promene u kvalitativnom i strukturnom sastavu zemljišta nastale kao posledica procesa degradacije nisu burne već se odvijaju se la i tiho, pa ih je zbog toga veoma teško otkriti i zapaziti ukoliko se istraživanje sprovodi u kraćim vremenskim intervalima, a uslovljavaju promene funkcija ekosistema. Zato je za potrebe disertacije vršeno uzorkovanje zemljišta u pediod od tri godine i to: 2010, 2012 i 2013. godine sa po dva ciklusa merenja u proleće i jesen. Zemljište je uzorkovano sa dubine do 30cm, a jedan uzorak predstavlja proseka većeg broja pojedinačnih uzoraka, proporcionalno površini odabranog lokaliteta. U ispitivanju prisustva nedozvoljenih količina opasnih i štetnih materija korišćeni su sledeći dokumenti:

- » „Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodu za navodnjavanje“ – koji je propisan od strane RS iz 1994. godine.⁸³
- » „Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji izradu remediacionih programa“⁸⁴ u okviru kog su date i adekvatne „Granične i remediacione vrednosti koncentracija opasnih i štetnih materija i vrednosti koje mogu ukazati na značajnu kontaminaciju zemljišta“.⁸⁵

Tabela 12. Maksimalno dozvoljena količina opasnih i štetnih materija

Red. br.	Hemijski elementi	MDK u zemljištu mg/kg zemlje	MDK u vodi mg/l vode
1.	Kadmijum	do 3	do 0,01

⁸³ Сл. гласник РС: 023/1994

⁸⁴ Сл. гласник РС бр. 88/2010

⁸⁵ Исти извор

2.	Olovo	do 100	do 0,1
3.	Živa	do 2	do 0,001
4.	Arsen	do 25	do 0,05
5.	Hrom	do 100	do 0,5
6.	Nikl	do 50	do 0,1
7.	Fluor	do 300	do 1,5
8.	Bakar	do 100	do 0,1
9.	Cink	do 300	do 1,0
10.	Bor	do 50 ⁹²	do 1,0

Izvor: „Službeni glasnik RS” broj 23 od 18. marta 1994 dostupno na: <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/reg/viewAct/a2703ad2-3309-4c61-a010-87205b3f0a3f>

Upoređivanjem podataka iz prethodne tabele u kojoj su date granične i remedijacione vrednosti koncentracija opasnih i štetnih materija sa podacima dobijenim na osnovu terenskih i eksperimentalnih merenja dolazi se do informacija o stepenu zagađenja zemljišta u pojedinim delovima TE Kolubara. Dobijene vrednosti i interpolacija istih biće uvršteni u GIS informacioni sistem a za potrebe ovog rada, analiziraju se ispitivanja zemljišta na prisustvo pojedinih metala koji imaju značajniji uticaj na degradaciju zemljišta i životne sredine u celini na posmatranom području.

Treba napomenuti i to da određena koncentracija nekih teških metala u biljnoj proizvodnji kod jednog tipa zemljišta ne mora delovati štetno na biljni svet, ali prisustvo istog tog metala u drugom tipu zemljišta, može značajno uticati na degradaciju tla i smanjiti kvalitet i količinu prinosa, a nekada dovesti i do prenošenja nedozvojenih koncentracija teških metala na plod biljke. Neki od najopasnijih teških metala koji negativno utiču na biljni svet a nastaju kao rezultat antropogenog zagađenja izazvanog delovanjem čoveka i industrijskih aktivnosti su: kadmijum, arsen, olovo, živa, gvožđe, cink, ugljenik i sl. U okviru terenskog istraživanja za potrebe ovog rada ispitivan je sastav zemljišta i zagađenja zemljišta izazvanog rudarskim aktivnostima i proizvodnjom el.energije u TE Kolubara. Merenje koncentracije ukupnog kadmijuma (Cd) u zemljištu u okolini TE Kolubara dato je u tabeli 13, a interpretacija dobijenih rezultata merenja ilustrovana na grafiku 1.

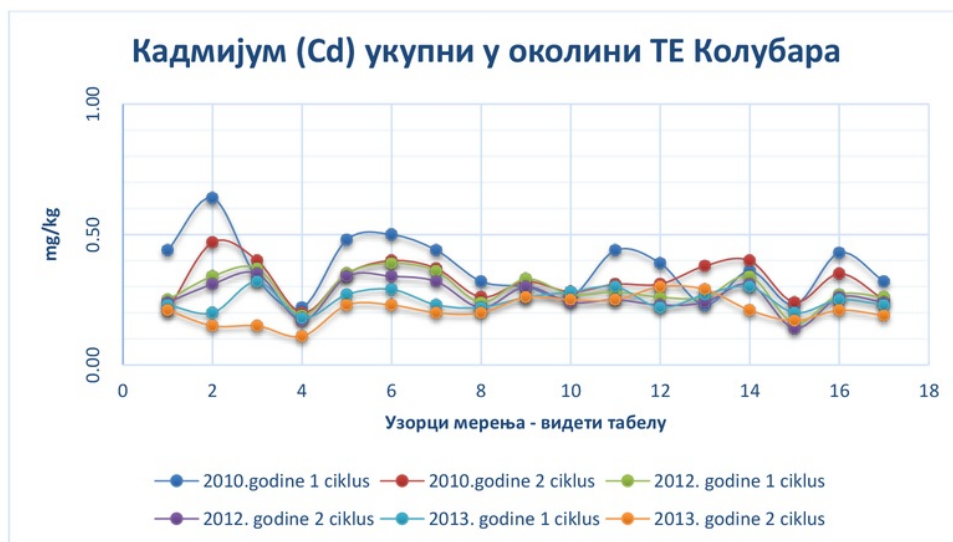
Tabela 13. Ukupna koncentracija kadmijuma u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacije uzorkovanja	2010. godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	0,44	0,21	0,25	0,24	0,23	0,21
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	0,64	0,47	0,34	0,31	0,20	0,15

UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	0,33	0,40	0,37	0,35	0,32	0,15
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	0,22	0,20	0,19	0,17	0,18	0,11
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	0,48	0,35	0,35	0,34	0,27	0,23
UZ6 - Veliki Crljani 1	0,50	0,40	0,39	0,34	0,29	0,23
UZ7 - Veliki Crljani 2	0,44	0,37	0,36	0,32	0,23	0,20
UZ8 - Arapovac	0,32	0,26	0,24	0,22	0,22	0,20
UZ9 - Veliki Crljani 3	0,30	0,32	0,33	0,30	0,26	0,26
UZ10 - Vreoci	0,26	0,28	0,27	0,24	0,28	0,25
UZ11 - Predeo reke Kolubare	0,44	0,31	0,28	0,25	0,30	0,25
UZ13 - Stepojevac 1	0,39	0,31	0,26	0,23	0,22	0,30
UZ14 - Stepojevac 2	0,23	0,38	0,26	0,24	0,27	0,29
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	0,36	0,40	0,34	0,31	0,30	0,21
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	0,23	0,24	0,16	0,14	0,20	0,17
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	0,43	0,35	0,27	0,26	0,25	0,21
UZ18	0,32	0,25	0,26	0,24	0,23	0,19

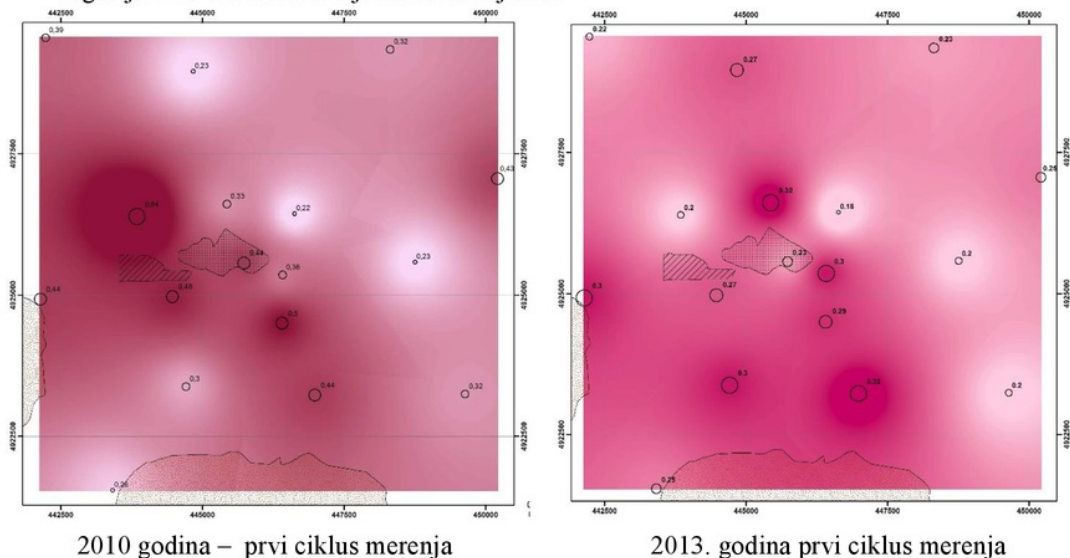
Обраđени подаци графички су приказани на наредном графiku. Као што се може из добијених резултата видети најприсутнија концентрација кадмијума у земљишту налази се у околини депоије пепела ТЕ Колубара и у њеној непосредној близини. Ипак ове концентрације које су присутне у земљишту су знатно испод граничних 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 зарађеном 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, кадмију 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.



Grafik 1. Koncentracija ukupnog kadmijuma tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

Interpolacija rezultata o koncentraciji i količinama kadmijuma u zemljištu u neposrednoj blizini TE Kolubara koja namenjena i uvrštena u GIS bazu podataka devastiranih logacija EPS-a ilustrovana je na narednoj slici.



Slika 21. Interpolacija raspodele kadmijuma u zemljištu u okolini TE Kolubara

Drugi element koji se smatra veoma visokim загађивачем земљишта изазваним антропогеним дејством јесте олово. Олово у природу доспева на бројне начине. Један од начина да се околониције 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, правца,

13

intenzitet i snaga vetra, broj kišnih i sušnih dana tokom vegetacije i dr. dužine trajanja vegetacije, pravca i intenziteta vetra. Intenzitet kontaminacije biljaka olovom smanjuje se njihovom udaljenošću od velikih saobraćajnica.

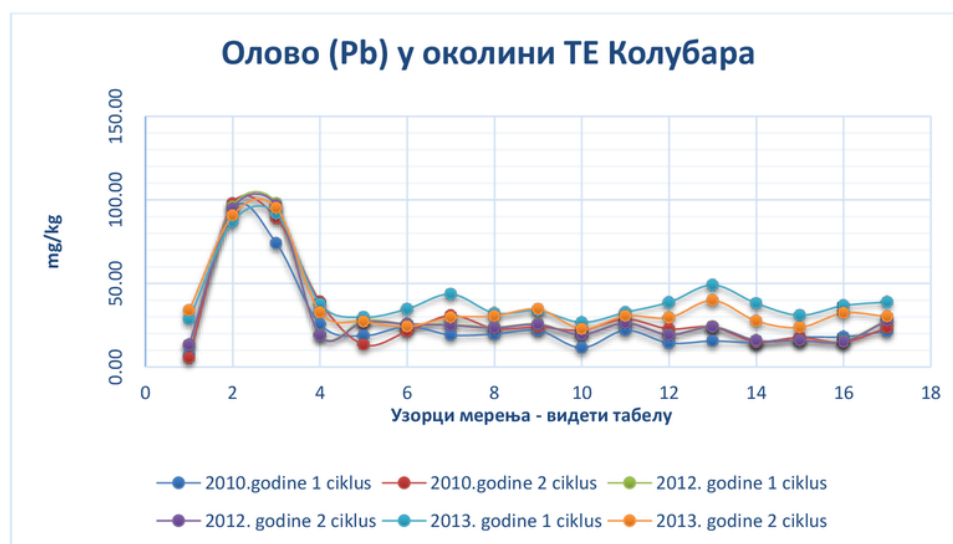
Koncentracija olova (Pb) U sklopu TE Kolubara prezentovana je kroz podatke date u narednoj tabeli uz odgovarajuću grafičku interpretaciju i interpolaciju podataka namenjenih GIS prostornoj bazi o *brownfield* lokacijama EPS-a.

Tabela 14. Ukupna koncentracija olova u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacije uzorkovanja	2010.godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	6,94	5,44	13,24	13,10	28,68	33,86
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	94,62	97,87	95,99	94,78	87,01	90,70
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	74,02	89,21	97,87	96,71	91,75	95,19
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	25,53	39,09	19,28	18,95	37,83	32,70
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	18,64	13,36	27,88	26,89	29,83	27,25
UZ6 - Veliki Crljani 1	24,33	21,23	25,74	25,67	34,74	24,26
UZ7 - Veliki Crljani 2	19,12	30,86	25,53	24,97	43,68	29,71
UZ8 - Arapovac	19,72	23,04	23,74	23,42	32,24	30,48
UZ9 - Veliki Crljani 3	21,85	23,92	25,70	25,41	33,72	34,63
UZ10 - Vreoci	11,47	22,00	19,49	19,41	26,61	22,80
UZ11 - Predeo reke Kolubare	21,95	28,69	26,58	26,32	32,71	30,59
UZ13 - Stepojevac 1	14,34	22,75	19,42	19,21	38,68	29,51
UZ14 - Stepojevac 2	15,59	24,02	24,23	23,95	49,08	39,85
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	14,68	14,92	15,82	15,75	38,11	27,54
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	17,79	17,68	16,01	15,94	30,93	23,65
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	18,08	14,95	15,60	15,11	36,79	32,38
UZ18	21,41	23,51	28,19	27,87	38,86	30,13

2

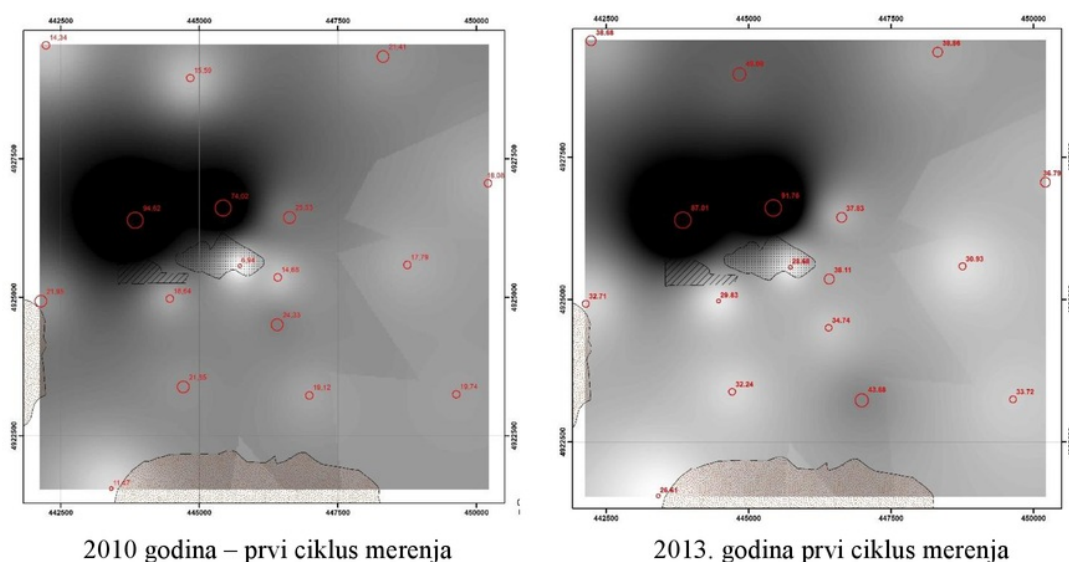
Obrađeni podaci grafički su prikazani na narednom grafiku. Kao što se može iz dobijenih rezultata videti koncentracije olova su visoke u blizini deponije TE Kolubara, kao i okolini deponije uz nasip u pravcu severa. Kako se merne tačke udaljavaju od deponije TE Kolubara, koncentracija olova u zemlji se smanjuje. Upoređujući izmerene rezultate kroz cikluse sa podacima o MDK u zemljištu (videti tabelu 12), primećuje se da se kritične koncentracije ovog metala nalaze upravo u blizini deponije pepela i njenoj široj okolini.



Grafik 2. Koncentracija ukupnog olova tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

Interpolacija rezultata o koncentraciji i količinama olova u zemljištu u neposrednoj blizini TE Kolubara koja namenjena i uvrštena u GIS bazu podataka devastiranih logacija EPS-a ilustrovana je na narednoj slici. Ilustracije radi u radu se prikazuju rezultati prvog ciklusa merenja sprovedenog 2010. godine i prvog ciklusa merenja sprovedenog 2013. godine. Kompletna baza podataka sadrži svaki od ciklusa merenja i interpolacije, a takođe poseduje i niz dodatnih atributa gde se na osnovu tačnih geografskih koordinata i geo karata unešenih u programsko okruženje *ArcMap* dobijaju precizne informacije o tačno određenoj geografskoj lokaciji i katastarskoj parceli i sastavu njenog zemljišta.

Prilikom remedijacije ovih površina važno je приметити да билке преко система корена олово у неорганском облику мало или нимало усвајају. Такође, олово не преносе у надземне делове билке, осим ако се не ради о усвима који се узгајају на киселим земљиштима. За разлику од неорганиских једињења олова, органска једињења веома брзо се апсорбују и из корена прелазе у надземне делове билке. Ипак, тложење олова у корену је интензивније од таложења у надземним деловима, **што је веома значајно јер се на тај начин штити надземни део билке и зараженост билке једињењем олова па се билке могу користити у циклусу исхране.** Кulture које су веома отпорне на утицај једињења олова и које се могу као природни преčiштачи узгајати на земљиштима у којима је присутна висока концентрација једињења олова су пшеница и соја. I у овом случају као и у претходном **spanać** се убраја у осетљиве билке, па га не треба узгајати на земљиштима која поседују високу концентрацију олова.



Slika 22. Interpolacija raspodele olova u zemljištu u okolini TE Kolubara

Na osnovu sprovedene interpolacije i analize primećuje se da koncentracija olova opada tokom posmatranog perioda na mestima gde je vršeno uzorkovanje zemljišta, a da se istovremeno dejstvo i uticaj olova širi u neznatnim količinama u šire geografsko područje. I u ovom slučaju uticaj olova je najizraženiji u okolini deponije pepela i šljake. Iako uticaj olova nije znatno izražen na samoj deponiji, evidentno je njegovo prisustvo uz lokalni put V.Crljani – Stepojevac, kao i okplinu deponije uz nasip u pravcu severa. Stav i mišljenje autora rada je da se izvesne količine ovog materijala prenose kroz praškaste materije i tako dospevaju u zemlju na širem lokalitetu u odnosu na mesto same deponije.

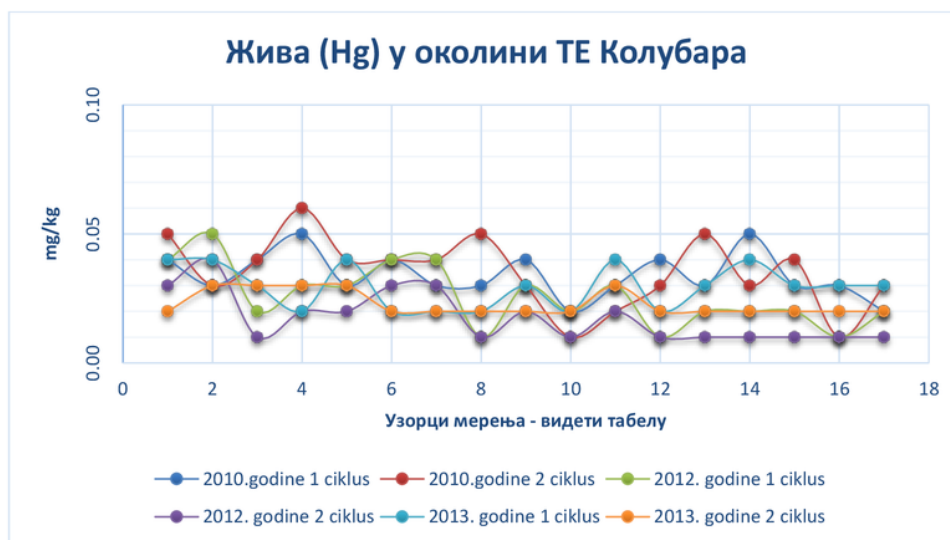
Uticaj na sastav zemljišta i njegovu zagađenost u značajnoj meri se pripisuje živi kao teškom i veoma otrovnom metalu. Tokom sprovođenja terenskih istraživanja na posmatranom području zabeleženi su sledeći rezultati o prisustvu ovog elementa u zemljištu.

U tabeli 15 dati su podaci o vrednostima ukupne žive u zemljištu u okolini TE Kolubare. Odgovarajuća interpretacija dobijenih rezultata merenja ilustrovana na grafiku 3.

Tabela 15. Ukupna koncentracija žive u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacije uzorkovanja	2010. godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus

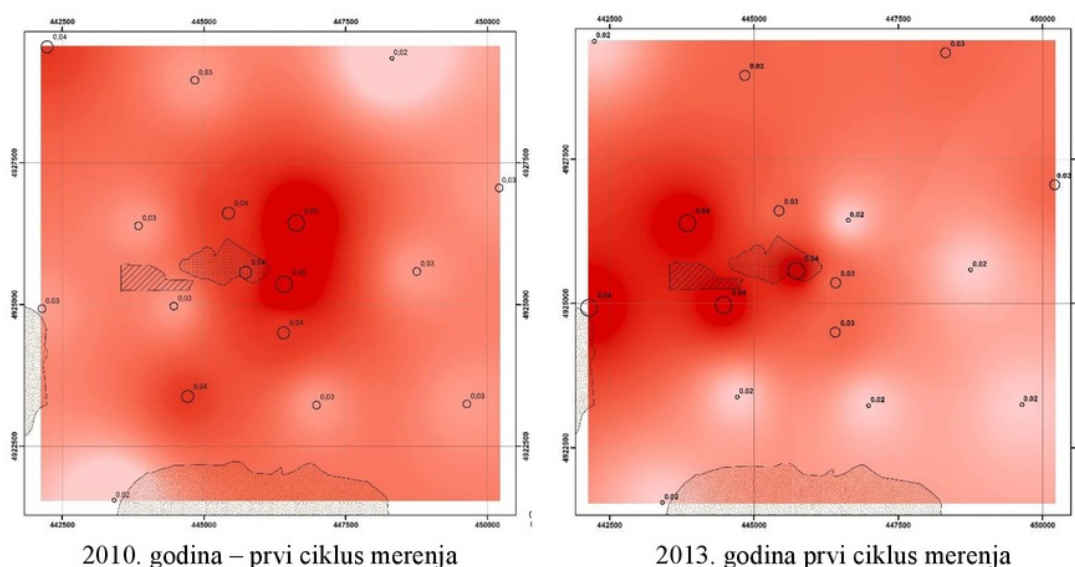
UZ1 - Deponija TE Kolubara	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	0,04	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	0,05	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03
UZ6 - Veliki Crljani 1	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
UZ7 - Veliki Crljani 2	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
UZ8 - Arapovac	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02
UZ9 - Veliki Crljani 3	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
UZ10 - Vreoci	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
UZ11 - Predeo reke Kolubare	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03
UZ13 - Stepojevac 1	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02
UZ14 - Stepojevac 2	0,03	0,05	0,02	0,01	0,03	0,02
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	0,05	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
UZ18	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02



Grafik 3. Koncentracija žive tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

Na osnovu prezentovanih podataka evidentno je da je uticaj i prisustvo ovog elementa u zemljištu u okolini TE Kolubare znatno ¹⁰⁸ d maksimalnih MDK (videti tabelu 12) propisanih nacionalnim zakonodavnim aktima pa se u tom pogledu može reći da se na ovom području može efikasno delovati i kvalitetno sprovesti ekoremedijacioni plan.

Interpolacija dobijenih rezultata i njihovo ažuriranje u GIS informacioni sistema radi što potpunije i preciznije raspodele i uticaja ovog elementa na konkretnom geografskom području ilustrovana je na slici 23.



Slika 23. Interpolacija raspodele žive u zemljištu u okolini TE Kolubara

S obzirom na činjenicu da su jedinjenja žive izuzetno otrovna za biljke i životinje, potrebno je posvetiti naročitu pažnju pri dekontaminaciji zemljišta zaraženog jedinjenjima žive. Olakšavajuće okolnosti su te što se u zemlji retko nalazi živa u tako visokoj koncentraciji koja bi mogla da utiče na fototoksičnost biljaka i zato što koren biljaka uglavnom predstavlja prepreku većeg ¹³ nakupljanju žive u izdanku. Ispitivanja koja je sproveo Beauford (1970) ukazuju na to da je akumulacija žive u korenu oko dvadeset puta veća nego u izdanku i nadzemnim delovima biljke. Dospela koncentracija ovog metal u zagađenim područjima u biljkama obično se kreće između 10 i 200 mg/g suve materije, dok se u okolini rudnika žive koncentracija kreće od 500 do 3.500 mg/g. Žitarice više nego dobro podnose zemljišta u čijoj strukturi ima prisutne žive. Živa se ne prenosi ¹³ na plod žitarica, ili se prenosi veoma malo. Recimo, u samom zrnu pšenice koncentracija je od 3 do 10 puta niža u odnosu na slamu.

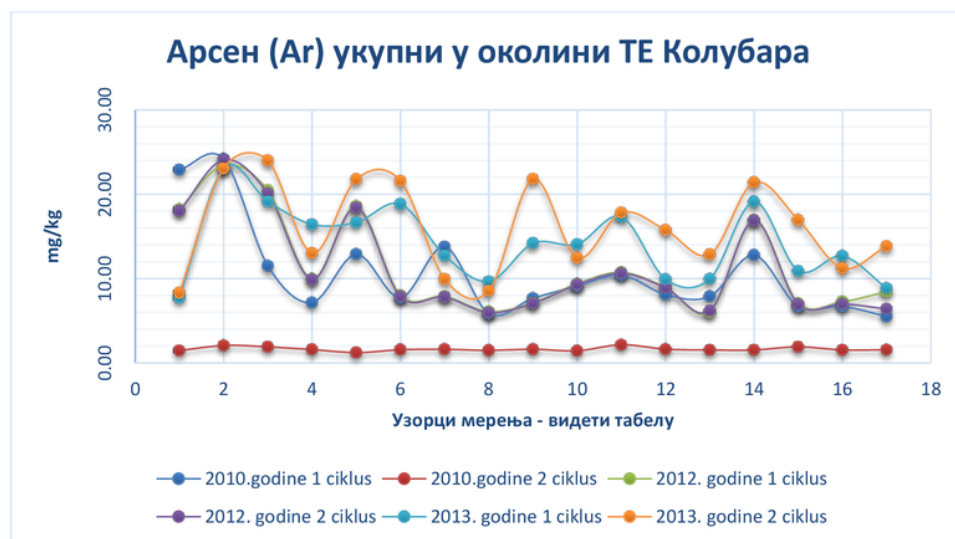
Arsen je takode teški metal koji se u veoma malim količinama može naći u zemljištu. U većim količinama arsen u zemljište dospeva uglavnom usled hemijskog i industrijskog zagađenja zemljišta. U konkretnom slučaju izmerene količine ovog elementa ilustrovane su podacima u narednoj tabeli.

Tabela 16. Ukupna koncentracija arsena u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacije uzorkovanja	2010. godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	22,91	1,46	18,22	18,01	7,75	8,31
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	24,20	2,08	23,48	24,11	23,05	23,08
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-	11,52	1,91	20,47	20,10	19,17	24,01

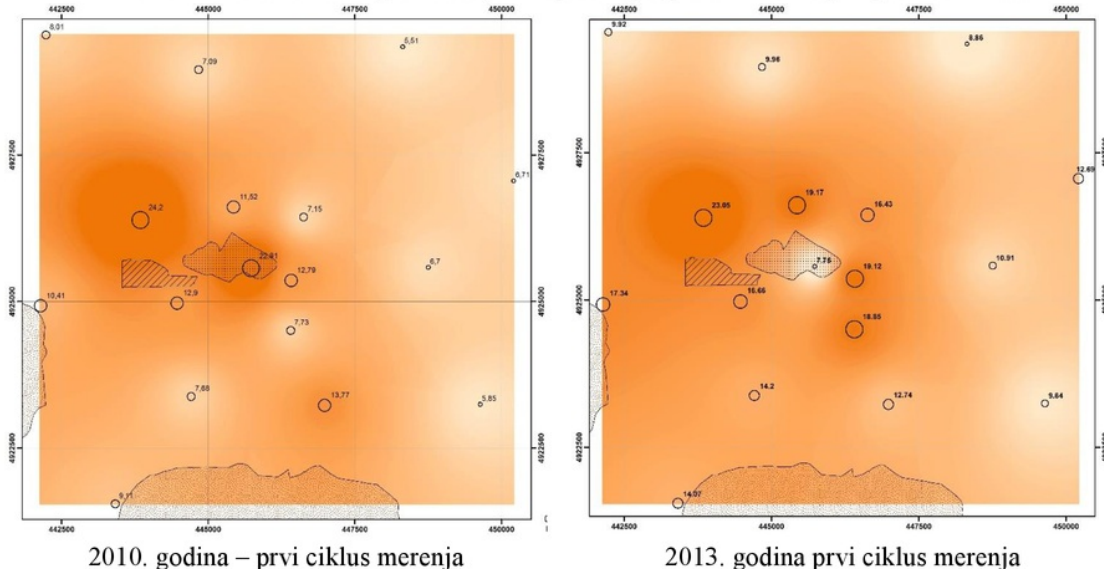
SEVER						
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	7,15	1,59	9,96	9,89	16,43	13,01
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	12,90	1,22	18,59	18,42	16,66	21,78
UZ6 - Veliki Crljani 1	7,73	1,57	7,99	7,86	18,85	21,60
UZ7 - Veliki Crljani 2	13,77	1,62	7,89	7,81	12,74	9,94
UZ8 - Arapovac	5,85	1,49	6,06	5,96	9,64	8,55
UZ9 - Veliki Crljani 3	7,68	1,63	7,13	7,08	14,20	21,82
UZ10 - Vreoci	9,11	1,44	9,38	9,29	14,07	12,46
UZ11 - Predeo reke Kolubare	10,41	2,16	10,75	10,64	17,34	17,83
UZ13 - Stepojevac 1	8,10	1,63	8,95	8,90	9,92	15,76
UZ14 - Stepojevac 2	7,90	1,54	6,02	6,17	9,96	12,85
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	12,79	1,54	16,95	16,89	19,12	21,41
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	6,70	1,91	7,08	6,95	10,91	16,96
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	6,71	1,54	7,26	7,01	12,69	11,22
UZ18	5,51	1,56	8,45	6,40	8,86	13,85

U tabeli za MDK istaknuto je da je maksimalna dozvoljena količina arsena 25 mg/kg u zemljištu. Imajući to u vidu kao i dobijene rezultate merenja konstatuje se da su naročito ugrožena područja u okolini Deponija TE Kolubara, Lokalni put V.Crljani - Stepojevac, Veliki Crljani - Te Kolubara, Predeo reke Kolubare, Predeo okoline deponije – ISTOK. Grafička interperacija obavljenih merenja ilustrovana je na narednom grafiku.



Grafik 4. Koncentracija arsena tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

Obradom i raspodelom dobijenih računskih vrednosti i obavljenih eksperimentalnih merenja po ciklusima formiraju se interpolirane GIS karte sa raspodelom arsena na širem području TE Kolubara. Ilustracija raspodele data je na narednoj slici. Ovde su ilustrativno prikazani podaci prvih ciklusa merenja obavljenih 2010. i 2013. godine. U GIS bazi podatka nalazi se svih šest uzorkovanja sa detaljnim opisom geografskih lokacija i geo koordinatama.



Slika 24. Interpolacija raspodele arsena u zemljištu u okolini TE Kolubara

Još jedan od teških metala koji je prisutan u zemljištu i utiče na sastav zemljišta a u površinske slojeve zemljišta uglavnom dospeva usled antropogenih faktora zagađenja jeste hrom. Takode, treba imati u vidu da poreklo hroma u zemljištu može poticati i od matičnog supstrata na kome je zemljište formirano kao geohemijskog izvora. Ipak u površinskim slojevima zemljišta poreklo hroma potiče uglavnom iz antropogenih izvora (energetike, industrije, topionica i rudnika...). Na ovu činjenicu ukazuju istraživanja Antić-Mladenović (2004) o ukupnom sadržaju Ni i Ch geohemijskog porekla u ispitivanim zemljištima i njihove distribucije u hemijskim frakcijama zemljišta. Istraživanja pokazuju visoku koncentraciju ovih materijala u onom delu čvrste faze zemljišta koji je stabilan i biološki inaktivan. Za razliku od geohemijskog sastava zemljišta, hrom iz antropogenih izvora u najvećem broju istraživanja pokazuje tendenciju akumulacije u površinskim slojevima zemljišta i u oblicima iz kojih je njihova rastvorljivost i pristupačnost za biljke veća. U okviru ovog istraživanja dat je pregled i koncentracija hroma kao antropogenog izvora zagađenja u okolini TE Kolubara.

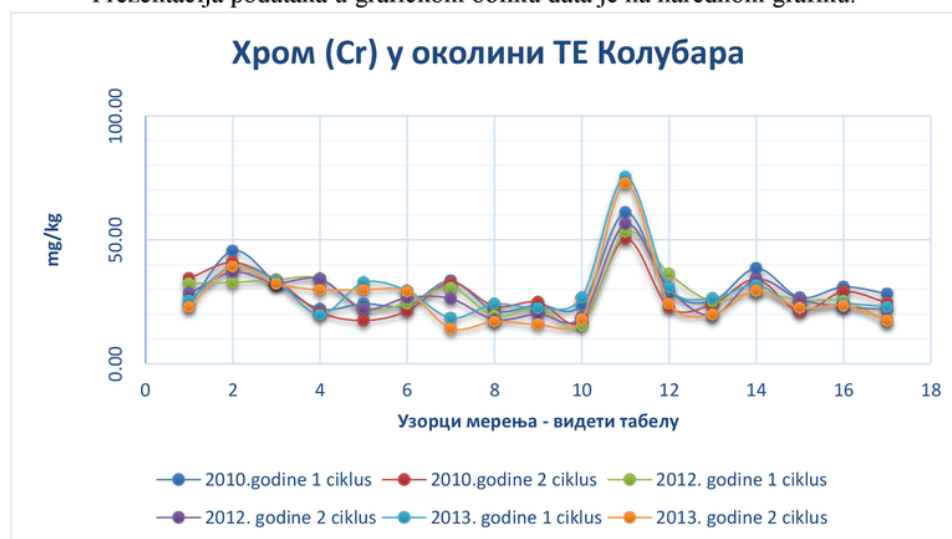
Tabela 17. Ukupna koncentracija hroma u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacije uzorkovanja	2010.godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	23,81	34,48	32,37	28,37	25,58	22,87
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	45,60	40,95	32,81	36,98	39,26	39,27
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	32,69	33,62	33,89	32,76	33,30	32,26

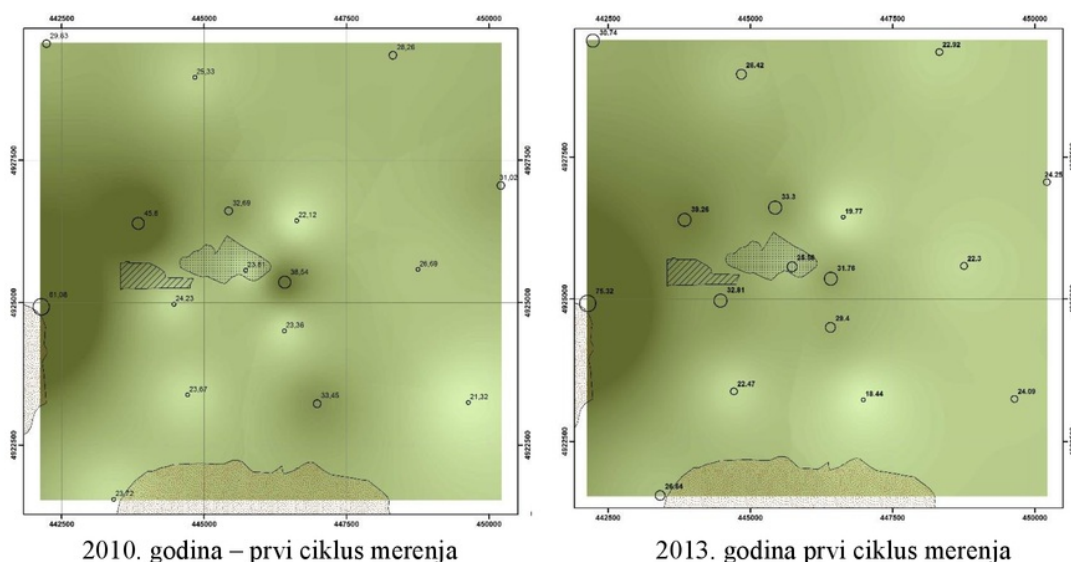
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	22,12	20,83	34,33	34,18	19,77	29,82
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	24,23	17,46	22,31	22,05	32,81	29,82
UZ6 - Veliki Crljani 1	23,36	21,23	24,25	26,64	29,40	29,12
UZ7 - Veliki Crljani 2	33,45	32,71	30,66	26,29	18,44	14,21
UZ8 - Arapovac	21,32	23,16	19,31	17,77	24,09	17,07
UZ9 - Veliki Crljani 3	23,67	24,88	22,45	20,01	22,47	15,92
UZ10 - Vreoci	23,72	16,72	15,49	18,67	26,64	17,92
UZ11 - Predeo reke Kolubare	61,08	50,40	53,15	56,38	75,32	72,83
UZ13 - Stepojevac 1	29,63	22,75	36,28	30,38	30,74	24,14
UZ14 - Stepojevac 2	25,33	24,08	25,21	19,47	26,42	19,90
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	38,54	34,11	29,05	34,10	31,76	29,61
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	26,69	21,00	25,56	25,96	22,30	22,62
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	31,02	29,11	25,39	22,97	24,25	23,45
UZ18	28,26	24,59	17,25	21,92	22,92	17,45

Upoređivanjem podataka iz prethodne tabele u kojoj su date vrednosti terenskih i eksperimentalnih merenjasa podacima iz tabele 12. u kojoj su dati podaci o maksimalno dozvoljenim vrednostima i maksimalnoj koncentraciji štetnih materija primećuje se da je predeo oko reke Kolubare najizraženiji po koncentraciji hroma i da je koncentracija u ovom području od 60-65 mg/kg. Maksimalna dozvoljena vrednost hroma u zemljištu je 100mg/kg.

Prezentacija podataka u grafičkom obliku data je na narednom grafiku.



Grafik 5. Koncentracija hroma tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara



Slika 25. Interpolacija raspodele hroma u zemljištu u okolini TE Kolubara

Nikal je metal veoma dobre pokretljivosti, pa se samim tim može određena koncentracija ovog elementa naći većoj količini usvim delovima biljaka. Takođe, visoka količina nikla dovodi do hloroze koja se manifestuje kao hloroza izazvana nedostatkom gvožđa. Koncentracija ovog metala negativno utiče i na usvajanje gvožđa.

Nikolas i Tomas su (1954) u eksperimentalnim istraživanjima utvrdili su da nikl negativno utiče na rast biljke paradajiza a koncentracija iznad 15 minivala izaziva hlorozu, naročito kod mladih listova. Takođe, koncentracija smanjuje rast roda i žitarica, i to: kod zobi (ovas) dolazi do nekroze, a kod pšenice i kukuruza dovodi do smanjenja rasta.

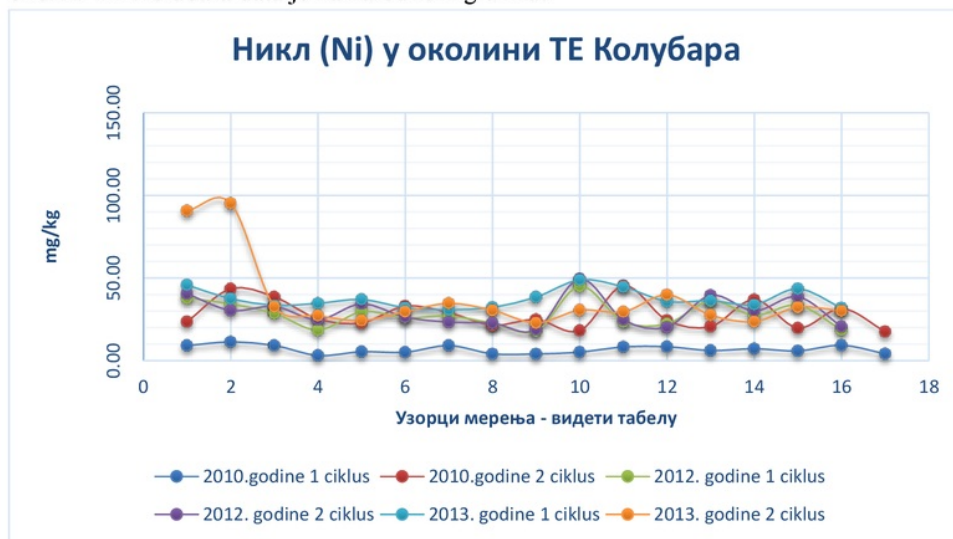
Koncentracija nikla u zemljištu u okolini TE Kolubara data je u okviru sledeće tabele.

Tabela 18. Ukupna koncentracija nikla u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacije uzorkovanja	2010.godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	9,13	23,55	28,13	26,16	48,37	33,86
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	11,31	43,49	37,85	40,46	45,72	90,70
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	9,18	38,56	34,32	30,39	37,47	95,19
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	3,11	25,26	28,65	32,82	33,53	32,70
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	5,40	22,82	18,52	24,82	34,68	27,25
UZ6 - Veliki Crljani 1	5,09	33,02	29,62	34,37	37,01	24,26
UZ7 - Veliki Crljani 2	9,13	29,06	26,05	26,29	32,03	29,71
UZ8 - Arapovac	4,12	21,40	26,97	23,32	30,82	34,63
UZ9 - Veliki Crljani 3	4,05	24,88	22,68	22,65	32,24	30,48
UZ10 - Vreoci	5,13	18,15	17,99	18,67	38,47	22,80
UZ11 - Predeo reke Kolubare	8,31	45,44	45,08	49,58	48,89	30,59
UZ13 - Stepojevac 1	8,43	24,40	23,58	24,72	44,63	29,51
UZ14 - Stepojevac 2	6,12	20,64	22,33	20,32	35,81	39,85

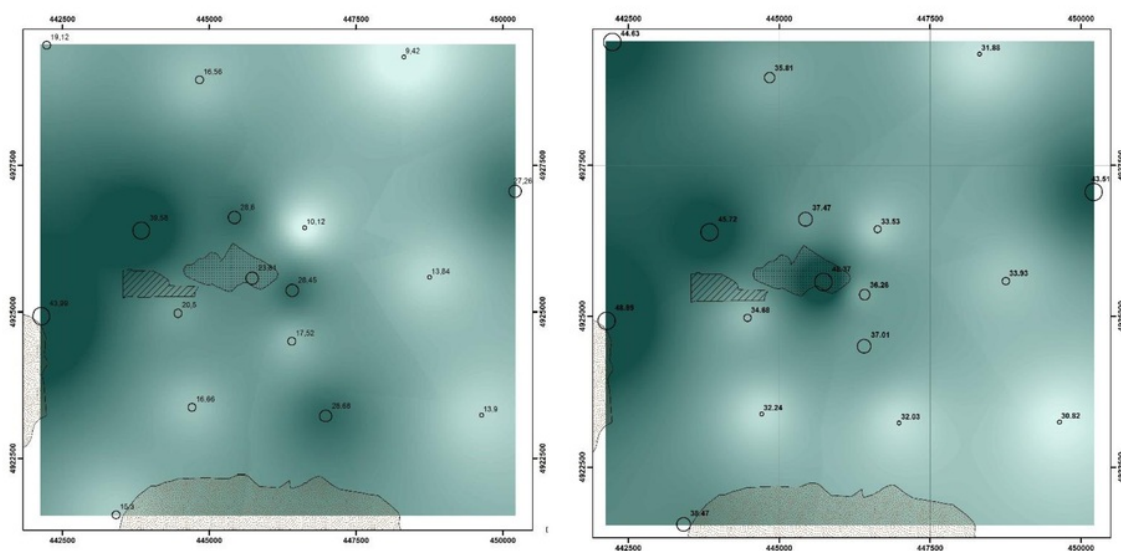
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	7,21	36,97	36,16	39,56	36,26	27,54
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	5,89	19,73	27,47	30,11	33,93	23,65
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Armajevo	9,31	31,54	33,54	38,64	43,51	32,38
UZ18	4,17	17,57	18,61	20,54	31,88	30,13

Grafička interpretacija rezultata merenja ukupne koncentracije nikla u zemljištu u okolini TE Kolubara data je na narednom grafiku.



Grafik 6. Koncentracija nikla tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

Interpolacija podataka koncentracije nikla u zemljištu a prema geografskim lokacijama uvrštenih u GIS prostorni raspored za TE Kolubara ilustrovana je na narednoj slici.



2010. godina – prvi ciklus merenja

2013. godina prvi ciklus merenja

Slika 26. Interpolacija raspodele nikla u zemljištu u okolini TE Kolubara

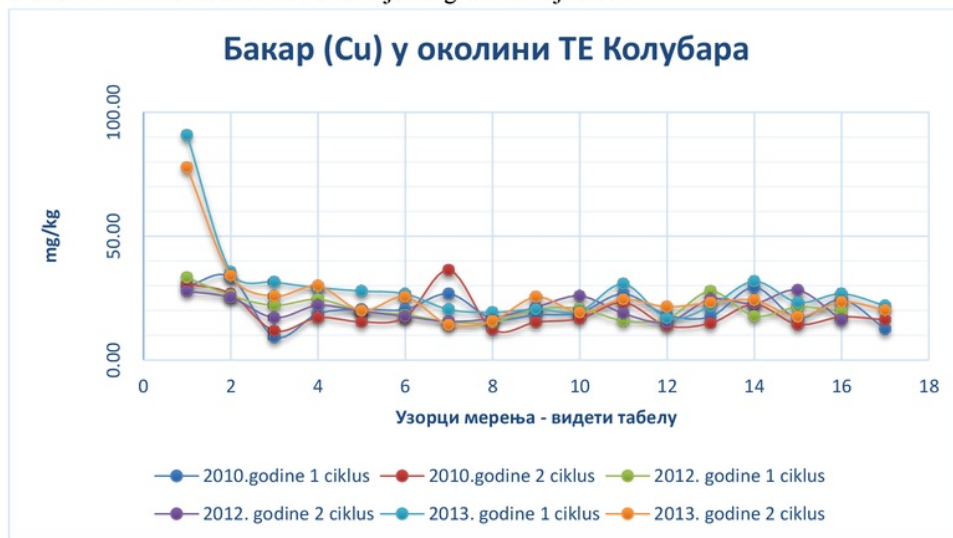
Bakar je još jedan element koji se može naći u većoj koncentraciji u zemljištu u bližini termoelektrana, deponija pepela i šljake kao i u okolini površinskih kopova. Slično kao i ostali teški metali i bakar utiče na degradaciju zemljišta čime nepovoljno utiče na biljni i životinjski svet. Različita koncentracija ovog metala u biljkama različito se tretira. Na primer, u normalnim uslovima prisustvo bakra biljkama je reda 5 – 30 mg/kg suve materije. Ako je udeo bakra u suvoj materiji ispod 4 mg/kg, reč je o nedovoljnoj obezbeđenosti biljke bakrom, dok u slučaju koncentracije bakra između 30 i 100 mg/kg suve materije reč je o prevelikoj koncentraciji ovog elementa u biljci.

Osetljivost biljnih vrsta na nedostatak bakra je različita. U najosetljivije biljke na nedostatak bakra ubrajaju se: pšenica, ječam, ovas, lucerka, duvan, spanać. Toksično dejstvo bakar ima u situaciji kada je koncentracija ovog elementa u zemljištu od 25 do 40 mg/kg, a pH vrednost zemljišta ispod 5,5. Sprovedena istraživanja potvrdila su da je najveća koncentracija bakra u kiselim zemljištima. S druge strane, bakar se može posmatrati kao plemeniti materijal i ekološki element. Kao ekološki element bitan je kako za razvoj i rast biljaka, tako i za normalno funkcionisanje životinja. Ipak, veoma je važno imati u vidu i činjenicu njegove toksičnosti ukoliko se koncentracija ovog elementa poveća iznad dozvoljenih granica.

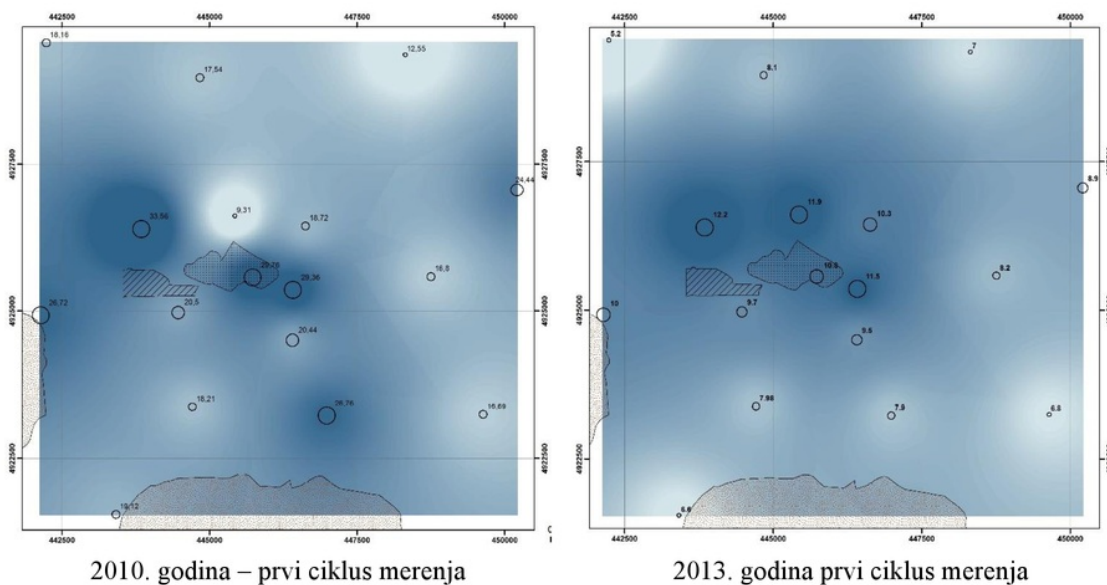
Tabela 19. Ukupna koncentracija bakra u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacija uzorkovanja	2010.godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	29,76	30,85	24,58	23,14	90,75	77,72
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	33,56	26,76	33,30	27,84	35,52	34,14
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	9,31	11,80	26,04	25,20	31,55	25,81
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	18,72	17,14	22,07	17,09	29,23	29,90
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	20,50	15,41	24,54	22,05	27,84	19,95
UZ6 - Veliki Crljani 1	20,44	17,30	19,77	19,73	26,72	25,48
UZ7 - Veliki Crljani 2	26,76	36,34	18,34	17,64	20,38	14,21
UZ8 - Arapovac	16,69	12,34	15,46	15,54	19,27	15,85
UZ9 - Veliki Crljani 3	18,21	15,31	15,30	16,85	20,52	25,48
UZ10 - Vreoci	19,12	16,72	20,49	21,34	19,73	19,20
UZ11 - Predeo reke Kolubare	26,72	23,26	20,83	25,87	30,72	24,47
UZ13 - Stepojevac 1	18,16	13,85	15,84	18,81	16,86	21,46
UZ14 - Stepojevac 2	17,54	14,91	16,63	15,24	21,71	23,26
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	29,36	22,50	27,76	24,55	31,76	24,12
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	16,80	14,37	17,75	22,84	23,27	17,48
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	24,44	17,44	21,41	28,20	26,76	23,50
UZ18	12,55	16,22	19,77	16,15	21,92	20,13

Grafička interpretacija dobijenih rezultata merenja za koncentraciju bakra u zemljištu u okolini TE Kolubara ilustrovana je na grafiku koji sledi.



Grafik 7. Koncentracija bakra tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara



Slika 27. Interpolacija raspodele bakra u zemljištu u okolini TE Kolubari

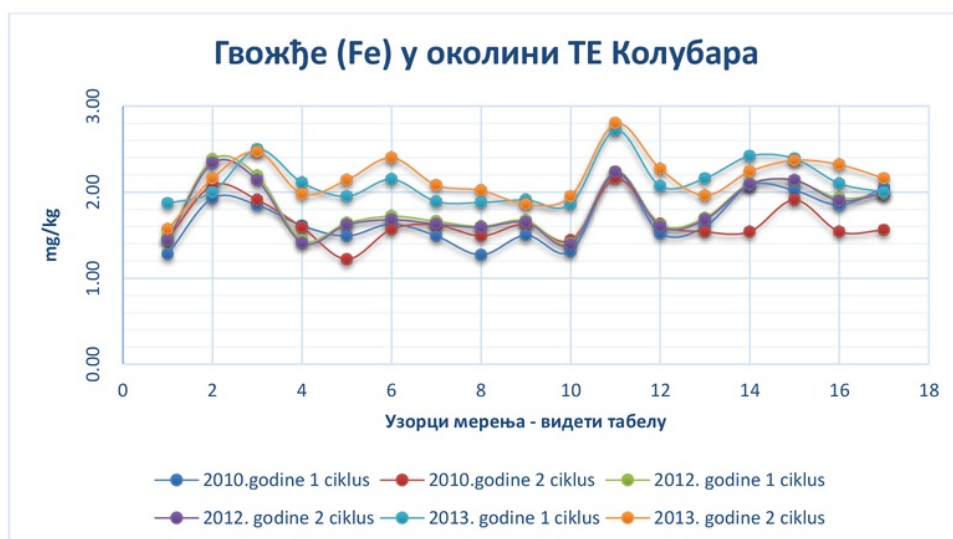
Koncentracija gvožđa u zemljištu u blizini TE Kolubare izmerena tokom sprovedenih terenskih istraživanja data je u narednoj tabeli. Na osnovu ispitivanog uzorka može se reći da je porast ovog metala u zemljištu naročito izražena u okolini deponije pepela i šljake, kao i uz

predeo okoline deponije – ISTOK i predeo između V.Crljana i Beljine. Nađene količine ovog metala su neznatne i daleko ispod MDK propisane domaćim propisima i standardima za remedijaciju istog. Izvesne količine govžda u zemlji pogoduju biljkama, naročito na terenima koja po svojoj pH vrednosti ne spadaju u kisela. Ukoliko se radi o kiselim zemljištima, prisustvo govžda u velikoj meri može toksično delovati na rast i razvoj biljaka.

Tabela 20. Ukupna koncentracija govžda u zemljištu u okolini TE Kolubare

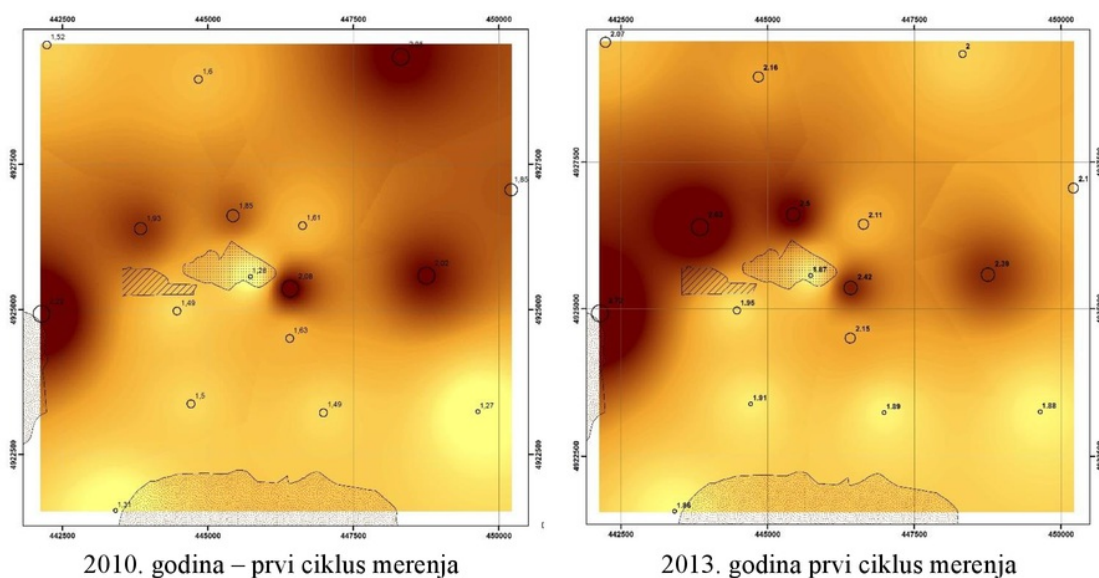
Lokacije uzorkovanja	2010.godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	1,28	1,46	1,46	1,44	1,87	1,57
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	1,93	2,08	2,38	2,34	2,00	2,16
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	1,85	1,91	2,19	2,14	2,50	2,47
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	1,61	1,59	1,44	1,41	2,11	1,98
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	1,49	1,22	1,64	1,62	1,95	2,14
UZ6 - Veliki Crljani 1	1,63	1,57	1,72	1,68	2,15	2,40
UZ7 - Veliki Crljani 2	1,49	1,62	1,66	1,63	1,89	2,08
UZ8 - Arapovac	1,27	1,49	1,60	1,59	1,88	2,02
UZ9 - Veliki Crljani 3	1,50	1,63	1,67	1,65	1,91	1,86
UZ10 - Vreoci	1,31	1,44	1,41	1,39	1,86	1,95
UZ11 - Predeo reke Kolubare	2,22	2,16	2,24	2,23	2,72	2,80
UZ13 - Stepojevac 1	1,52	1,63	1,62	1,60	2,07	2,27
UZ14 - Stepojevac 2	1,60	1,54	1,70	1,68	2,16	1,96
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	2,08	1,54	2,10	2,09	2,42	2,24
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	2,02	1,91	2,13	2,14	2,39	2,37
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	1,85	1,54	1,93	1,90	2,10	2,32
UZ18	2,05	1,56	1,98	1,99	2,00	2,16

Grafička interpretacija rezultata ostvarenih merenjem data je grafički na narednom grafiku.



Grafik 8. Koncentracija gvožđa tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

Ilustrovani podaci ukazuju na činjenicu da je koncentracija ovog metala relativno mala i da sa vremenom opada u ukunjoj koncentraciji sastava zemljišta. Interpolacija rezultata data je na narednoj slici. Ovi podaci uvršteni su u GIS informacioni sistem *brownfield* lokacija EPS-a i mogućnosti njihove remedijacije.



Slika 28. Interpolacija raspodele gvožđa u zemljištu u okolini TE Kolubara

Još jedan element ¹³ čije je prisustvo evidentno na lokaciji TE Kolubara i utiče na sastav zemljišta je bor. Koncentracija bora u biljkama veća je nego u zemljištu. Učešće bora u

suvoj materiji biljaka u normalnim uslovima je između 2 i 70 mg/kg. Dakle, mala koncentracija ovog elementa značajna je za rast i razvoj biljaka. Ukoliko se pojavi nedostatak bora u biljkama tada dolazi do fizioloških i morfoloških promena na biljkama. Takođe, i prevelika koncentracija bora izaziva iste poremećaje. Biljke različito reaguju na previsoke ili preniske koncentracije bora. Vrlo osetljive biljke na visoke koncetracije bora su: ¹³pkva, breska, vinova loza i dr. U srednje tolerantne biljke ubrajaju se: kukuruz, luk, duvan i krompir, šargarepa, paradajz, a najtolerantnije su šećerna repa i pamuk.

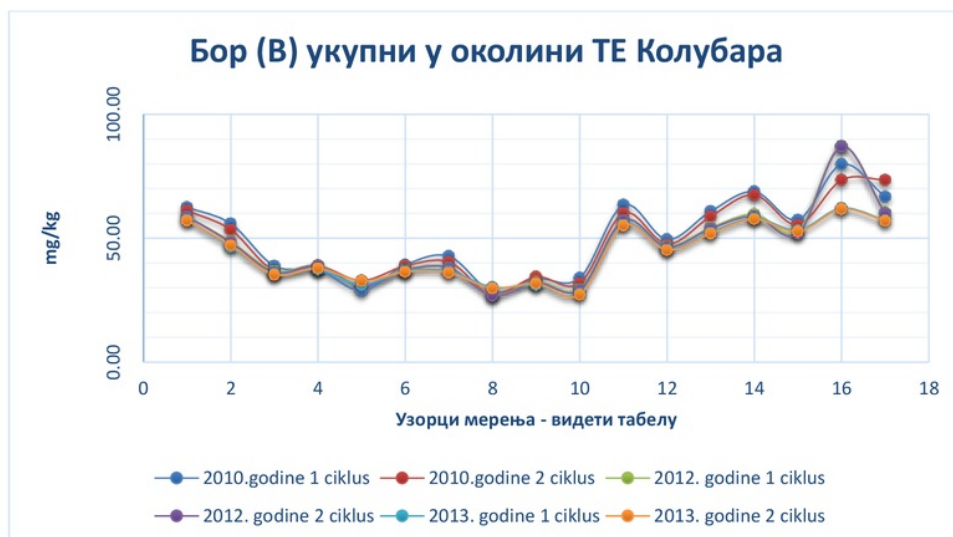
Žitarice sadrže veoma male i niske koncentracije bora, a toksično dejstvo ovog elementa ispoljava se pri učešću bora od 100 do 1.000 mg/kg suve materije.

Koncentracija ovog elementa u zemljištu u okolini TE Kolubare izmerena je tokom istraživanja data je u narednoj tabeli.

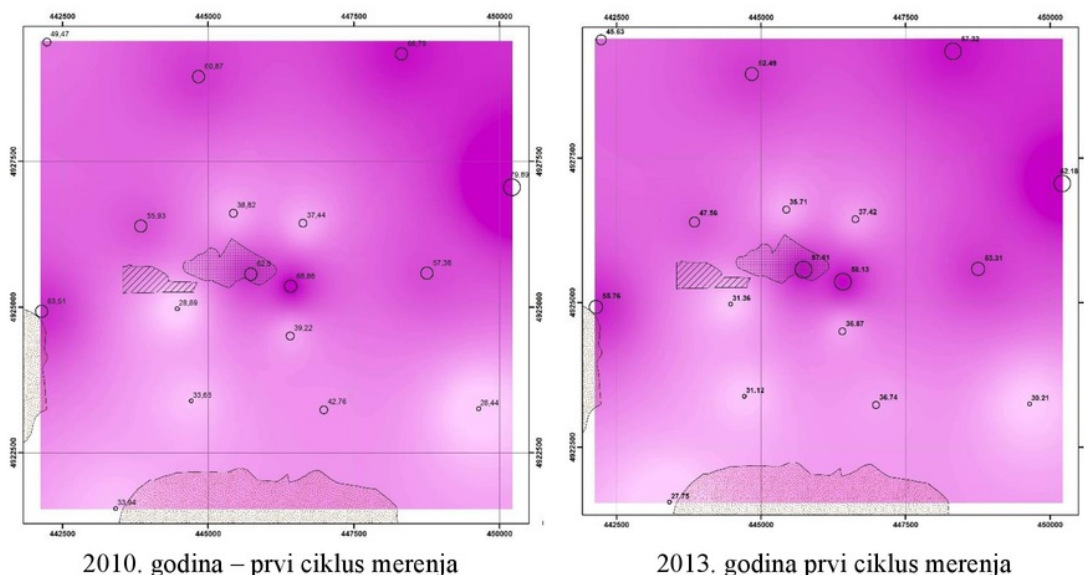
Tabela 21. Ukupna koncentracija bora u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacija uzorkovanja	2010.godine		2012. godine		2013. godine	
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	62,50	61,21	58,89	58,78	57,61	57,18
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	55,93	53,47	48,75	48,35	46,56	47,19
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	38,82	36,89	36,85	36,28	35,71	35,26
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	37,44	38,87	39,05	38,91	37,42	37,91
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	28,89	32,87	30,95	30,75	31,36	32,72
UZ6 - Veliki Crljani 1	39,22	38,87	37,44	37,11	36,87	36,41
UZ7 - Veliki Crljani 2	42,76	40,45	38,30	38,12	36,74	36,12
UZ8 - Arapovac	28,44	27,21	26,99	26,81	30,21	29,76
UZ9 - Veliki Crljani 3	33,66	34,45	32,48	32,10	31,12	31,80
UZ10 - Vreoci	33,94	31,87	29,66	29,16	27,75	27,20
UZ11 - Predeo reke Kolubare	63,51	60,21	57,48	57,27	55,76	55,21
UZ13 - Stepojevac 1	49,47	47,58	46,89	46,52	45,63	45,18
UZ14 - Stepojevac 2	60,87	58,78	54,28	53,85	52,49	51,90
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	68,86	67,56	59,74	58,88	58,13	57,73
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	57,36	55,42	52,89	51,87	53,31	52,76
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	79,89	73,54	87,25	86,99	62,18	61,78
UZ18	66,79	73,54	60,32	59,97	57,32	57,06

Date koncentracije znatno su manje u odnosu na granične vrednosti propisane nacionalnim pravilnicima o MDK količinama u zemljištu. Na datim geografskim područjima uz odgovarajuće agrotehničke mere biće moguće izvršiti kvalitetnu remedijaciju po završetku eksploatacije uglja iz površinskih kopova ili pri zatvaranju TE Kolubara. Grafička interperetacija ukupnih količina bora izmerenih tokom terenskih istraživanja ilustrovana je na narednom grafiku.



Grafik 9. Koncentracija bora tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara



Slika 29. Interpolacija raspodele bora u zemljištu u okolini TE Kolubara

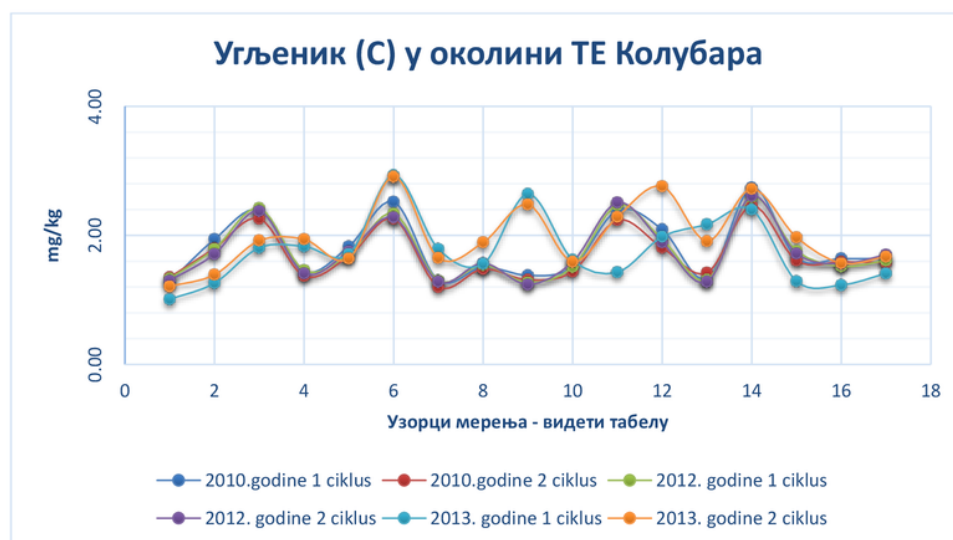
68

Ugljenik kao element široko je **rasprostranjen** u prirodi, a broj poznatih jedinjenja **ugljenika** je oko 10 puta veći od poznatih jedinjenja svih ostalih elemenata. Ubraja se u biogene elemente i u ljudskom telu je drugi po zastupljenosti, sa 18%. Degradacija zemljišta se može pojaviti kao posledica delovanja prirodnih faktora ali je jako izražena delovanjem čoveka. U konkretnom slučaju merena koncentracija ugljenika u okolini TE Kolubara ilustrovana je narednom tabelom i odgovarajućim grafičkim prikazom.

Tabela 22. Ukupna koncentracija ugljenika u zemljištu u okolini TE Kolubara

Lokacija uzorkovanja	2010. godine	2012. godine	2013. godine
----------------------	--------------	--------------	--------------

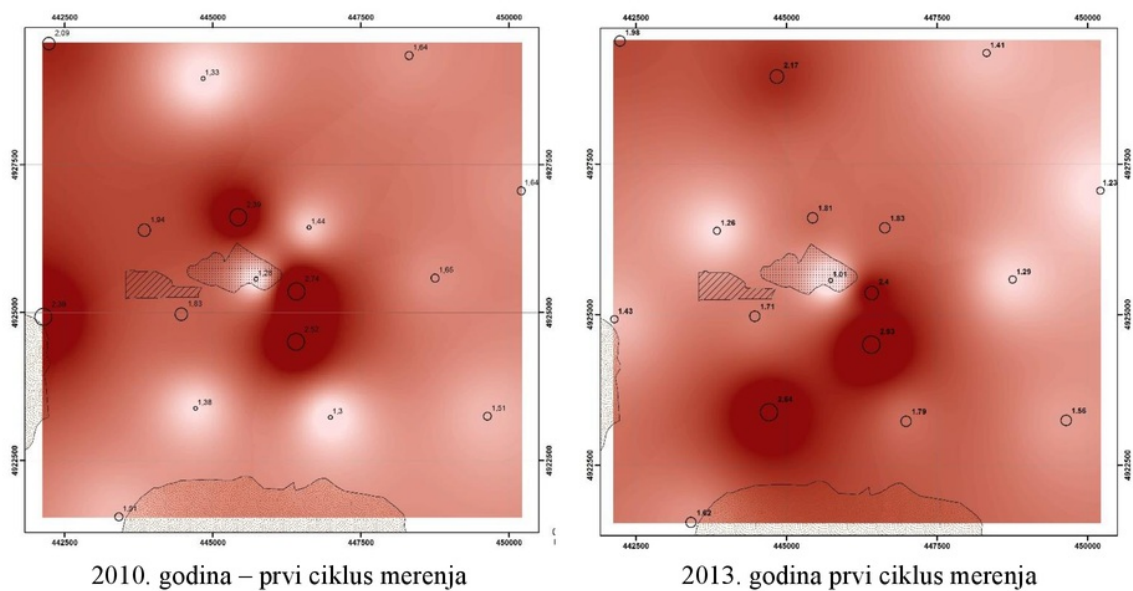
	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus	1 ciklus	2 ciklus
UZ1 - Deponija TE Kolubara	1,28	1,35	1,33	1,30	1,01	1,21
UZ2 - lokalni put V.Crljani - Stepojevac	1,94	1,80	1,79	1,71	1,26	1,39
UZ3 - Okolina deponije uz nasip-SEVER	2,39	2,26	2,42	2,38	1,81	1,92
UZ4 - Okolina deponije - SVEROISTOK	1,44	1,37	1,46	1,41	1,83	1,94
UZ5 - Veliki Crljani - Te Kolubara	1,83	1,68	1,71	1,75	1,71	1,64
UZ6 - Veliki Crljani 1	2,52	2,26	2,34	2,28	2,93	2,91
UZ7 - Veliki Crljani 2	1,30	1,20	1,30	1,28	1,79	1,65
UZ8 - Arapovac	1,51	1,48	1,54	1,57	1,56	1,89
UZ9 - Veliki Crljani 3	1,38	1,31	1,27	1,24	2,64	2,48
UZ10 - Vreoci	1,51	1,44	1,51	1,59	1,62	1,59
UZ11 - Predeo reke Kolubare	2,39	2,24	2,47	2,51	1,43	2,29
UZ13 - Stepojevac 1	2,09	1,81	1,94	1,89	1,98	2,76
UZ14 - Stepojevac 2	1,33	1,42	1,31	1,28	2,17	1,91
UZ15 - Predeo okoline deponije - ISTOK	2,74	2,46	2,59	2,61	2,40	2,72
UZ16- Predeo između V.Crljani i Beljine	1,65	1,61	1,76	1,72	1,29	1,97
UZ17 - V.Crljani -Beljina -Arnajevo	1,64	1,59	1,52	1,56	1,23	1,57
UZ18	1,64	1,58	1,61	1,70	1,41	1,67



Grafik 10. Koncentracija ugljenika tokom sprovedenih merenja u zemljištu u okolini TE Kolubara

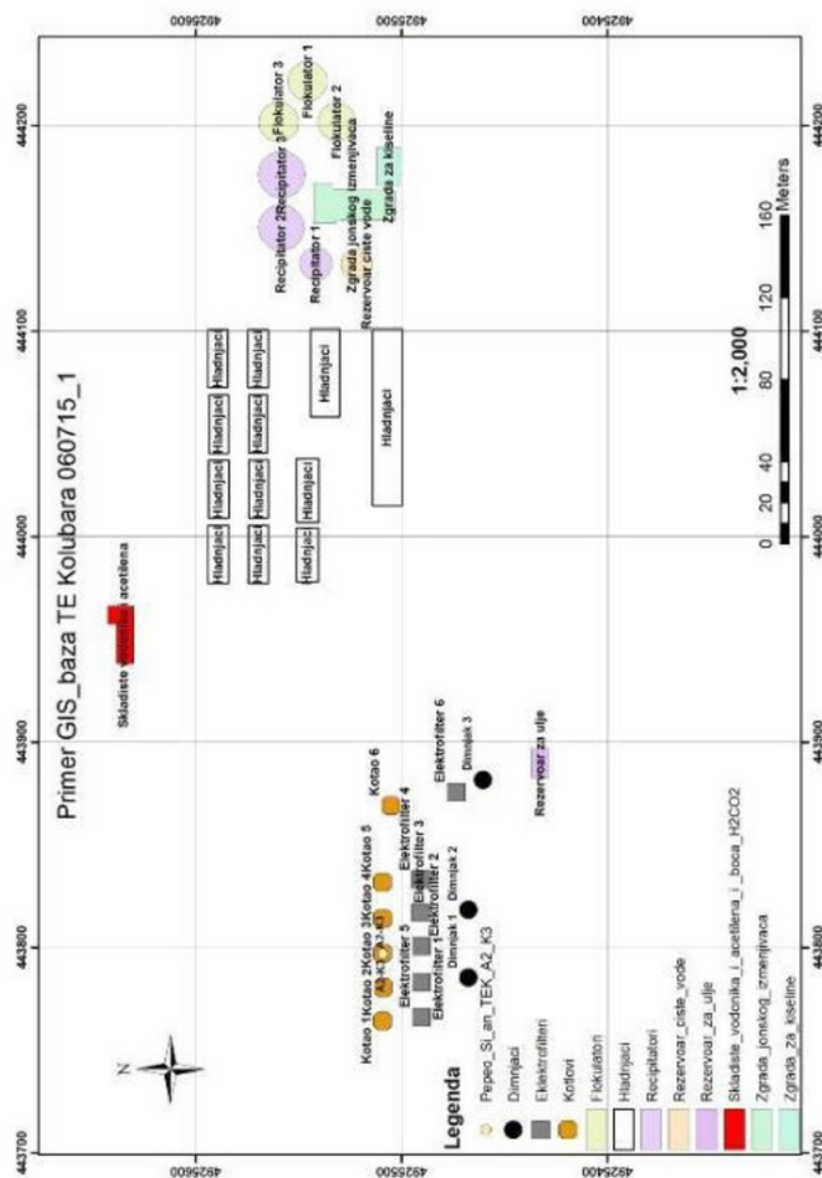
Na osnovu grafičkog prikaza i sprovedenih merenja izvršena je interpolacija rezultata i ista uvrštena u GIS bazu podataka. Prema datim rezultatima evidentno je da je najveća

koncentracija ugljenika na području lokacija Veliki Crljani 1, Veliki Crljani 3, Predeo reke Kolubare.



Slika 30. Interpolacija raspodele ugljenika u zemljištu u okolini TE Kolubara

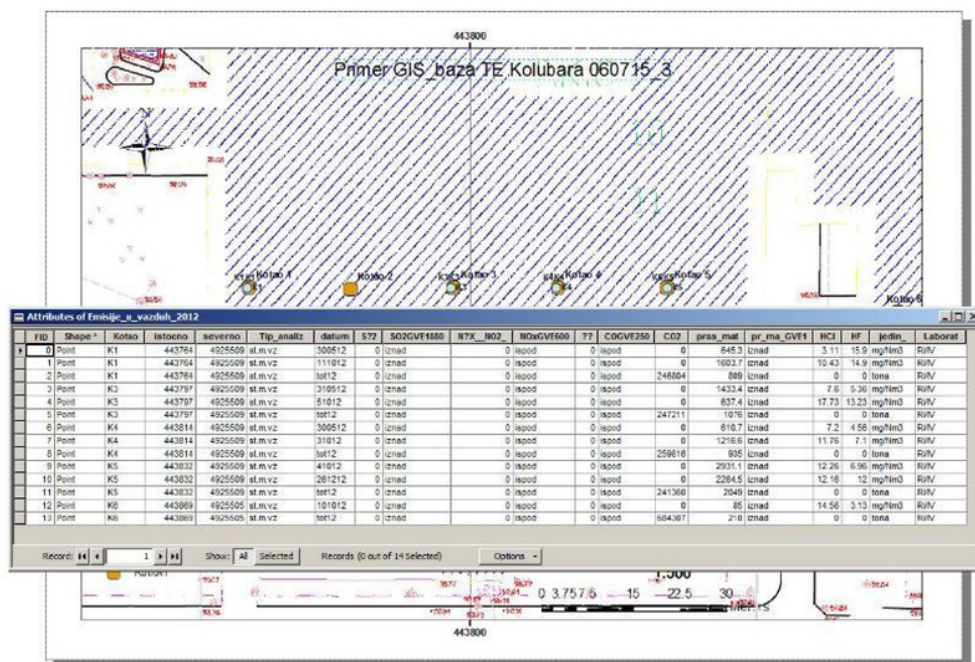
Podaci o ispitivanim koncentracijama elemenata i opasnih materija u zemljištu nastalih antropogenim faktorima i delovanjem industrijskog postrojenja učitavaju se u GIS informacioni sistem sa preciznim i detaljnim rasporedom atributa. Primer izgleda jednog radnog lista ili „work space“ u informacionom sistemu i početka digitalizacije загађивача TE Kolubara ilustrovan je na narednoj slici.



Slika 31. Izgled „work space“ početka digitalizacije zagađivača TE Kolubara

Kao što je već rečeno svaki ispitivani element uzet sa lokacije uzorkovanja sadrži precizan niz atributa kojim se na jedinstven način opisuje tačna geografska lokacija i sastav zemljišta na toj lokaciji. Ovako širok alat omogućuje da se kvalitetno sprovede remedijacioni plan aktivnosti na konkretnom lokalitetu na jedan objektivn i kvalitetan i veoma uspešan način.

Na narednoj slici ilustrovan je prikaz tabele atributa u GIS-u, primera merenja emeisija štetnih materija za 2012 godinu.



Slika 32. Prikaz tabele atributa u GIS-u, primera merenja emeisia štetnih materija

Za potrebe izrade GIS informacionog sistema *brownfield* lokacija JP EPS-a formirano je slično istraživanje i obrada podataka i u drugim termoelektranama. Akcenat je stavljen na ispitivanje koncentracije, sa 19 a) i količine opasnih i zagađujućih materija u zemljištu, vodi i vazduhu u okolini deponija pepela i šljake u termoelektranama Nikola Tesla A i B, Kostolcu, Moravi i Panonskim TO-TE. U narednoj tabeli dat je uporedni prikaz koncentracije štetnih materija u zemlji i njihove vrednosti na određenim deponijama pepela i šljake.

54

Tabela 23. Koncentracija i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu u okolini deponija pepela najvećih TE u 2010. godini

54

Koncentracija i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu u okolini deponija pepela u 2010. godini							
Sadržaj opasnih i štetnih materija (mg/kg)	MDK	GV	RV	26 TENT A	TENT B	TE Kolubara	TE Morava
	mg/kg						
Hrom (Cr)	100	100	380	17 - 49	. 7 - 39	17 - 61	12 -56
Nikl (Ni)	50	35	210	51- 112	.6 - 67	.9 - 44	16 - 98
Olovo (Pb)	100	85	530	.8 - 32	.4 - 36	.11 - 98	17 - 98
Bakar(Cu)	100	36	190	13 - 44	.12 - 33	znatno je niži od MDK	.10 - 98
Cink (Zn)	300	140	720	28 - 242	75 - 142	26 - 134	35 - 122
Kadmijum (Cd)	3	0,8	12	0,13 - 0,78	0,10 - 0,72	0,20 - 0,64	0,0 - 0,09
Živa (Hg)	2	0,3	10	16 zona 1: 0,06 zona 2: 0,05 zona 3: 0,04	zona 1,2 i 3: 0,03	zona 1,2 i 3: 0,03	0,1 zona 1: 0,04 zona 2,3: 0,03
Arsen (As)	25	29	55	21	16 18	16 oko 24	16 03 - 0,13
Ukupno gvožđe (Fe)				zona 1,2 i 3: 1,94% kontr. zona: 1,90%	zona 1: 1,72% zona 2: 1,17% zona 3: 1,48% kontr. zona: 1,90%	zona 1: 1,71% zona 2: 1,77% zona 3: 1,56% kontr. zona: 1,75%	zona 1: 1,72% zona 2: 1,17% zona 3: 1,48% kontr. zona: 1,60%
Ukupni bor (B)	50			16 0 - 63 zona 1: 53 zona 2: 52 zona 3: 46 kontr. zona: 39	34 - 48 zona 1,2 i 3: 39 - 41 kontr. zona: 40	27 - 80 zona 1,2 i 3: 45 - 51 kontr. zona: 62	17 - 49 zona 1:3 - 39 zona 2: 26 zona 3: 33 kontr. zona: 31
Pristupačni bor (B)	Granica toksičnosti (prema Kastoriju) 5	16		zona 1: 0,95 zona 2: 1,08 zona 3: 1,24 kontr. zona: 1,69	16 zona 1: 1,39 zona 2: 1,45 zona 3: 0,96 kontr. zona: 0,59 - 1,21	16 zona 1: 1,23 zona 2: 1,59 zona 3: 1,97 kontr. zona: 1,87 - 2,07	zona 1: 1,09 zona 2: 0,53 zona 3: 0,38 kontr. zona: 1,63

				Pristupačni bor u zemljištu je manji od granice toksičnosti bora propisan za zemljište (prema Kastoriju)
--	--	--	--	---

Pri čemu je: MDK – maksimalni dozvoljeni koeficijent; GV – granična vrednost; RM – Remedijaciona vrednost

Na osnovu datih podataka i pokazatelja o prisustvu određenih zagađujućih materija u zemljištu u neposrednoj blizini deponija pepela i šljake evidentno je da se slična ili ista ERM rešenja procesa remedijacije i regeneracije devastiranih površina mogu primeniti na više različitih lokacija.

U narednim celinama ovog poglavlja analizira se i uticaj prisustva koncentracije štetnih materija u podzemnim vodama u neposrednoj blizini TE i objekata koji se nalaze u sklopu termoelektrana. Ispituje se kvalitet podzemnih voda i uticaj štetnih materija koje kroz zemlju i podzemne vodotokove dospevaju do rečnih korita.

5.3.2. Istraživanje kvaliteta vode u okolini TE Kolubara

Pitanje koje savremeno društvo hitno mora rešiti jeste očuvanje kvaliteta i minimizacija zagađenja pijaćih i izvorskih voda. Razvoj industrije, savremeni tehnološki tokovi proizvodnje i procesa, hemijska industrija, saobraćaj, komunalna infrastruktura i druge tekovine savremenog društva neprestano dovode do zagađenja voda. Zaštita i obezbeđenje čiste vode danas svugde u svetu predstavlja najkompleksniji globalni ekološki zadatak, jer svako zagađenje koje dospe u životnu sredinu dospe i do reka, jezera, mora kao i podzemnih voda. Zagađeno zemljište teškim metalima i drugim zagađivačima spiraju kiše i nose u vodotokove reka, ili preko podzemnih voda dospevaju do vodotoka reka. Zato se može reći da su vode gotovo uvek u opasnosti od zagađenja. Veći procenat zagađenja voda evidentan je u urbanim sredinama, kao i u mestima u kojima je razvijena industrija.

U okviru ove tematske celine rada ispituje se emisija i prisustvo štetnih materija koje se sa deponije pepela i šljake termoelektrana slivaju u vodotokove obližnjih reka.

U procesu proizvodnje električne energije koja se dobija iz TE postrojenja dolazi do nus produkata i otpadnih materija koje dospevaju u zemljište, vazduh i vodu. Već je u prethodnoj tematskoj celini rada istražen uticaj zagađenja zemljišta emisijom različitih čestica i teških metala sa površina u okolini termoelektrana i površinskih kopova uglja. Pored emisije štetnih materija koje dospevaju u zemljište, iste mogu dospeti i u vodu na različite načine. Kontaminacija površinskih i podzemnih voda zagađivačima koji se ispuštaju iz termoelektrana nastaje kao posledica emisije vrelih otpadnih voda iz samih kondenzatora. U kondenzatorima termoelektrana se hladi pregrejana vodena para koja se posle sistemom vodova ispušta u obližnje reke. Ove vode mogu imati znatne primeše štetnih produkata. Takođe, od termoelektrana u vodotok mogu dospeti i štetne materije iz čestica pepela, šljake i uglja koje se sa površine zemlje spiraju pod uticajem atmosferskih padavina. Ove čestice vrlo brzo dospevaju u vodotokove i znatno menjaju svojstva i hemijski sastav vode.

Kvalitet terena, kao i podzemnih voda u okolini deponija pepela i šljake mogu biti zagađenje razliitim izvorima i vrstama zagađivača. U prvom redu tu se ubrajaju:

- » hemijski zagađivači (kisljine, alkalije, pesticidi, deterdženti, soli, fenoli i dr.);
- » biološki zagađivači (bakterije, alge, fekalije, virusi i dr.), i

» физички загађивачи (toplota, boja, radioaktivnost, suspendovane čvrste materije, mulj i sl.).⁸⁶

U okviru TE postrojenja sve površinske vode se kroz različite vrste kolektora i prečišćavača gde se obavlja dekontaminacija i prečišćavanje otpadnih voda pre ispuštanja u vodotokove reka. Svakako treba uključiti i značajne količine otpadnih voda koje ²⁷ koriste prilikom redovnih ili povremenih ispiranja termoeleketskog postrojenja i/ili pražnjenja pojedinih uređaja termoelektrane.

„Zagađenju površinskih voda treba posvetiti odgovarajuću pažnju, jer može da dođe do posrednog zagađenja izvorišta voda u području nizvodno od lokacije termoelektrane. Vode iz termoelektrane uglavnom su zagađene sulfatima, bikarbonatima i drugim neorganskim i organskim materijama koje potiču od uglja, pepela i šlake u procesu rada termoelektrane a pod uticajem atmosferskih voda.“⁸⁷



U procesu rada TE štetne materije se emituju preko vazduha, zemljišta i vode. Drugim rečima, štetne materije u podzemne vode iz TE dospevaju tako što kiše i mokro odlaganje pepela i šljake spiraju štetne materije sa deponij²⁷ iz vazduha i delimično odnose u površinske vode a delimično prodiru kroz zemlju i zagađuju podzemne vode.

Slika 33. Ilustracija zagađenja voda sa deponija pepela i šljake

Merenja uticaja na podzemne vode su neophodne imajući u vidu da se procesom eksploatacije ruda kao mineralnih sirovina ugrožava zemljište, voda i vazduh. Da bi se to sprečilo i svelo na minimum veoma je važno razumeti okolnosti pod kojima degradacija i kontaminacija površina nastaju tokom pripremnih faza eksploatacije ruda sa površinskih kopova. U prvom redu, potrebno je obezbediti odgovarajući prostor za skadištenje površinske otkrivke i jalovine. Zato je neophodno obaviti pripremne radove kako ne bi došlo do erozije zemljišta i kako površinski sloj zemlje ne bi dospao u vodotokove. Opreznosti treba posvetiti još veću pažnju jer se gotovo po nepisanom pravilu svi rudnici nalaze u blizini slivo²⁵ reka. Na osnovu sakupljenih podataka od strane različitih izvora dolazi se do brojke da više od 70% rudnika u Srbiji funkcioniše i radi u blizini većih ili manjih reka, a rudarskim aktivnostima i objektima su posebno ugrožene reke Ibar, Timok, Pek, Drina, Kolubara, Resava, a preko njih Sava i Dunav. Takođe, određeno zagađenje vodotokova reka dolazi i od samih termoelektrana tj. od deponija pepela i šljake koji se nalaze u blizini TE postrojenja. Uticaj pepela i šljake na zagađenje voda naročito treba uzeti u razmatranje imajući u vidu da se pepeo i šljaka na deponije transportuju hidrauličnim putem i mokrom separacijom. Takođe,

³⁵

⁸⁶ Савић, И., Терзија, В., Екологија и заштита животне средине, Завод за уџбенике и наставна средства, I ³⁵ рад, 1999.

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

da bi se sprečilo razvejavanje praškastih materija i pepela u vazduh svakodnevno se deponije pepela i šljake navodnjavaju i prskaju vodom. Istraživanje zagađenja voda sa deponija pepela i šljake važno je kavalitetno sprovesti jer se radi o velikim generatorima zagađenja životne sredine. Prethodne konstatacije i izvedene zaključke potvrđuju informacije i statistički podaci da, u princ²⁵ za godinu dana, TE proizvedu više od 5,5 miliona tona pepela. Na ovaj način se generiše veliko zagađenje vode i zemljišta. „Sagorevanjem lignita niskog kvaliteta u našim termoelektranama proizvode se velike količine pepela, sumpora i azotnih oksida.“⁸⁸

Deponiju pepela i šljake TE Kolubara i njenu neposrednu okolinu karakteriše područje sa brojnom koncentracijom podzemnih voda i prisustvo malih vodotokova od kojih su neki izmešteni prilikom gradnje deponije. Tokom ispitivanja geoloških nalazišta na širem prostoru Kolubarskog basena još tokom 70-tih godina prošlog veka na lokaciji sadašnje deponije evidentirani su sledeći litološki slojevi:

- » humificirana glina 0,6-1,5 m;
- » glina praškasta do peskovita 4.2-7,2 m;
- » pesak 0,5-1,5 m,
- » šljunak sa peskom 1,2-5,2 m i
- » pesak čija dubina nije utvrđena.

Data struktura i sastav zemljišta utiče na kvalite podzemnih i površinskih voda. U uslovima niskog nivoa podzemnih voda dolazi do prihranjivanja površinskim vodama, a u uslovima visokih nivoa podzemnih voda obrnuto.⁸⁹ Deponija pepela i šljake u sklopu TE Koubara je izgrađena 1984. godine. Pre toga je formirana deponija 1977. koja je proširena obrazovanjem kaseta A i B.

Teren se sastoji od tri rečne doline reka Turije, Peštana i Onjega, koji se ulivaju u Kolubaru (slika 34). U okolini se nalazi veliki broj malih jezera, prirodnih i veštačkih. Zbog proširenja deponije, deo vodotoka Turije je izmešten. Urađeno je novo regulisano korito, a staro je suvo i čini granicu između stare deponije i kaseta A i B. Podzemne vode se nalaze na 0,6 -1,2 m od površine terena.

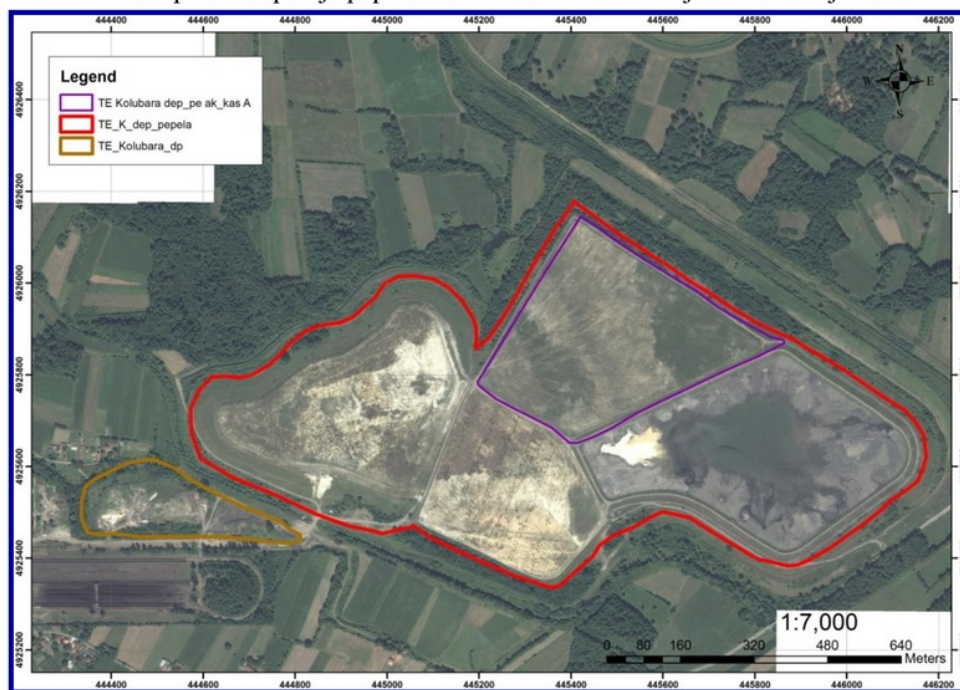
⁸⁸ [38: s://www.ekogea.org/problem%20otpadnih%20voda.html](https://www.ekogea.org/problem%20otpadnih%20voda.html)

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).



Slika 34. Rečni vodotokovi Turije, Peštana i Onjeja u okolini TE Kolubara i deponije pepela

Uvećan prikaz deponije pepela TE Kolubara ilustrovan je na narednoj slici.



Slika 35. Uvećan prikaz aktivnih kaseti na deponiji pepela u TE Kolubara

Emisija štetnih materija u vode se obavlja i ispituje skladu sa Zakonom o vodama, kontrolu kvaliteta otpadnih voda, površinskih i podzemnih voda redovno vrši ovlašćena i akreditovana laboratorija četiri puta godišnje.

Tokom 2010. i 2011. godine su analizirane sledeće otpadne vode: drenažne vode sa deponije pepela i vode koja preliva u Turiju i njihov kvalitet je dat u tabelama.

Tabela 24. Rezultati analiza otpadnih voda sa deponije pepela za 2010.god.

	Mesto uzorkovanja		MDK*
	Drenažne vode - obodni kanal	Preliv u Turiju	
pH - vrednost	7,5	8	6,8-8,5
Suspendovane materije, mg/l	150	180	30
As, µg/l	99,2	448	50
SO ₄ ²⁻ , mg/l	745	580	/

*MDK- maksimalno dozvoljene koncentracije parametara za II klasu vodotoka u skladu sa: Uredbom o klasifikaciji voda (Sl. glasnik SRS 6/78), Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Službeni glasnik SRS 31/82)

Tabela 25. Rezultati analiza otpadnih voda sa deponije pepela za 2011.god.

	Drenažne vode - obodni kanal	Preliv u Turiju	MDK*
pH –vrednost	7,7	7,9	6 ÷ 9
Suspendovane materije, mg/l	261,5	147,8	35
arsen, µg/l	64,5	153	10
sulfati, mg/l	914,5	856,3	2000

*MDK – maksimalno dozvoljene koncentracije parametara prema Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 67/11)

U 2012⁹⁰ godini su analizirane sve otpadne vode TE Kolubara. Otpadne vode analizirane su na osnovu „Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje.“⁹⁰

⁷⁵ Generalno gledano kvalitet svih otpadnih voda je bio zadovoljavajućeg kvaliteta i može se reći u potpunosti u skladu sa pokazateljima definisanih Uredbom o klasifikaciji voda.⁹¹ Jedini parametar koji skoro u svim uzorcima otpadnih voda bio preko maksimalno dozvoljenih koncentracija su suspendovane materije. Kvalitet otpadne vode sa deponije pepela (prelivna i drenažna) koja se uliva u Turiju i otpadne drenažne vode sa deponije pepela u 2012. godinu dat je u tabeli 26.

Tabela 26. Rezultati analiza otpadnih voda sa deponije pepela za 2012.god.

⁹⁰ Сл.гласник РС бр. 67/2011, 48/2012

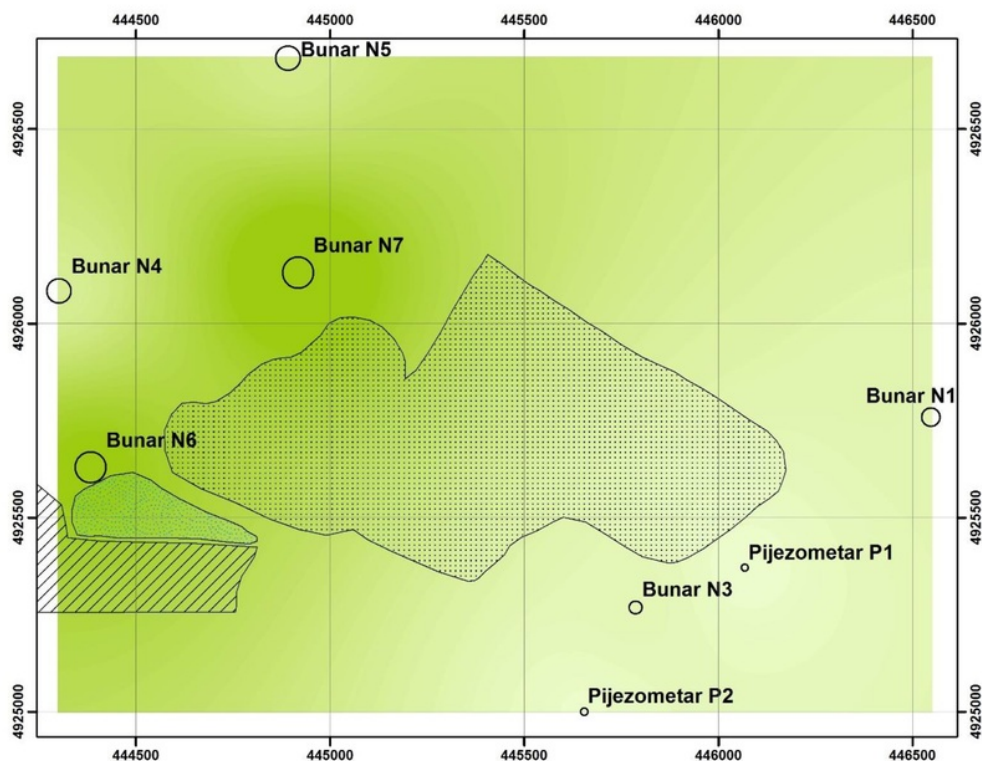
⁹¹ Сл. гласник СРС 6/78

	Otpadne vode sa deponije pepela (prelivna+drenažna)	Otpadna drenažna voda - obodni kanal	MDK*
pH –vrednost	7,7-8,3	7,6-8,0	6 ÷ 9
Suspendovane materije, mg/l	20-144	146-445	35
arsen, µg/l	5-50	<10-70	10
sulfati, mg/l	126-692	2 539-700	2000

*MDK – maksimalno dozvoljene koncentracije parametara prema Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 67/11,48/12)

Pored redovnih izveštaja kontrole kvaliteta voda, EPS pravovremeno i 12 aljno izrađuje i Elaborata (izveštaji) o praćenju uticaja otpadnih voda u TE pogonima kako bi smanjio uticaj zagađenja na životnu sredinu i doprineo očuvanju prirodnih rsursa i ekosistema. U postupku formiranja GIS baze podataka o korišćenu ekoremedijacije napuštenih i devastiranih područja EPS je naručio izradu Elaborata o uticaju podzemnih voda termoelektrane „Kolubara“ na površinske i podzemne vode u periodu od 2009. do 2014. Merenja je obavila i izvršila kompanija Anahem. Ispitivani parametri voda su temperatura vazduha i vode, provodljivost, mutnoća, pH vrednost, elektroprovodljivost, kiseonik, suspendovane materije, fenoli, fluoridi, nitriti, nitrati, tvrdoća vode, sadržaj pojedinih elemenata kao što su bor, bakar, gvožđe, ugljenik i dr. Detaljan pregled i obrada podataka dati su u narednim tabelama i grafičkim prikazima, a takođe su uvršteni u GIS informacioni sistem.

Važno je na početku naglasiti da se tokom sprovođenja merenja i uzorkovanja podzemnih voda i sadržaja prisustva pojedinih elemenata u vodama tokom posmatranog perioda nije koristilo identično uzorkovanje što znatno otežava kvalitetnu i uporednu analizu u radu. Drugim rečima, na osnovu uvida u elborate o ispitivanju voda primećuje se da merenja iz godine u godinu ne poklapaju po mernim mestima, odnosno mestima sa kojih je vršeno uzorkovanje vode. Problematika je takva da izveštaj iz 2009. godine sadrži uzorke samo tri bunara, N3, N6 i N7. Izveštaj iz 2010. godine sadrži 125 orke iz bunara N1, N3, N4, N5, N6 i N7. Elaborat iz 2011. godine sadrži uzorke bunara N1, N2, N3, N4, N5, N6 i N7 (videti sliku 36), dok elaborat za 2012. godinu sadrži uzorke bunara N1, N2, N3, N4, N5 i N6. Izveštaj za 2013. godinu sadrži uzorke iz N1, N2, N3, N5 i N6 bunara. Poslednji izveštaj za 2014. godinu takođe ne sadrže sve uzorke, već bunare N1, N2, N3 i N6. Lokacije pomenutih bunara su proizvoljno opisane, tj. tačne lokacije sa geografskim koordinatama prikazane su tek u izveštaju za 2013. godinu i to za bunare N1, N2, N5 i N 6. Neophodno je bilo odrediti geografski položaj preostalih bunara, što je izvršeno evaluacijom svih izveštaja od 2009-2014. godine, upoređivanjem skica i satelitskih snimaka za potrebe dalje obrade podataka u GISu. Dodatni otežavajući faktor pri detekciji tačne lokacije bunare su jako loše skice na kojima su ucrtani bunari, bez ikakvih metričkih vrednosti (koordinata).



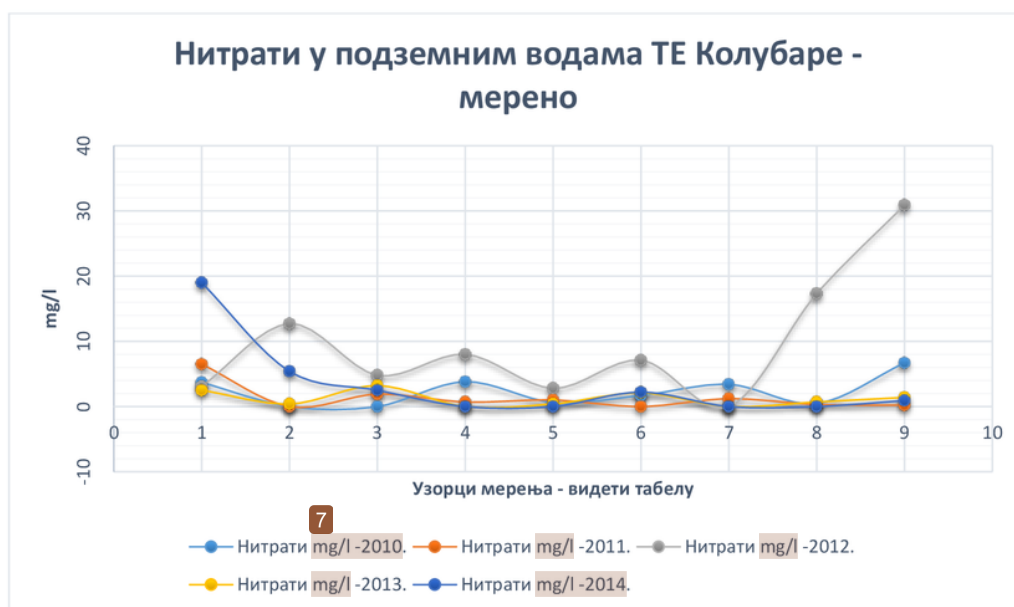
Slika 36. Šematski prikaz rasporeda Pijezometara i bunara u okolini TE Kolubara na kojima su vršena merenja kvaliteta podzemnih voda

Prethodno pomenuti problem prevaziđen je na taj način što je formirano više različitih i individualnih karata i randih prostora (workspace) za svaku godinu 2009, 2010, 2011, 2012, 2013. i 2014. godina.

U okviru ovog rada obrađuju se uzorkovanja podzemnih voda na teritoriji TE Kolubara – deponija pepela i prikazuju najznačajniji parametri do kojih se tokom obrade rezultata merenja došlo.

Tabela 27. Koncentracija nitrata u podzemnim vodama na području TE Kolubara

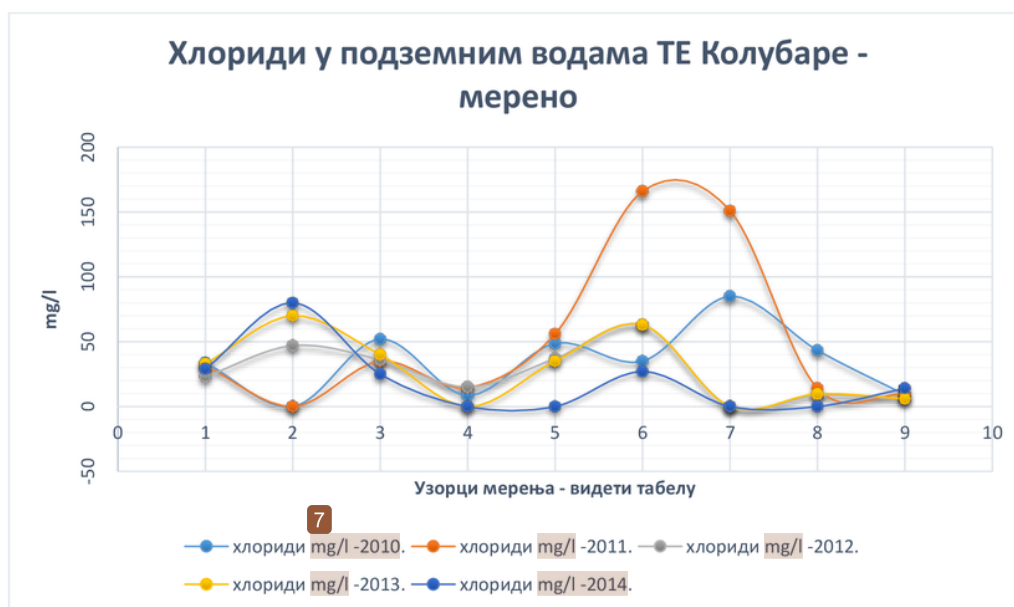
Merno mesto	Nitrati				
	7 mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Bunar N1	3,7	6,5	3,1	2,5	19
Bunar N2	/	/	12,7	0,4	5,4
Bunar N3	/	1,9	4,8	3,2	2,5
Bunar N4	3,8	0,7	8	/	/
Bunar N5	0,63	1	2,8	0,4	/
Bunar N6	1,7	/	7,1	2,1	2,2
Bunar N7	3,4	1,2	/	/	/
Pijez P1	0,47	0,32	17,3	0,7	/
Pijez P2	6,7	0,2	30,9	1,4	0,9



Grafik 11. Koncentracija nitrata u podzemnim vodama na području TE Kolubara

Tabela 28. Koncentracija hlorida u podzemnim vodama na području TE Kolubara

Merno mesto	hloridi				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Bunar N1	33,8	31,5	23	33	29
Bunar N2	/	/	47	70	80
Bunar N3	52	35	36	40	25
Bunar N4	8,53	14,5	15	/	/
Bunar N5	48,7	56	37	35	/
Bunar N6	35	166	63	63	27
Bunar N7	85	151	/	/	/
Pijez P1	43,3	14	8,7	9,7	/
Pijez P2	9,1	9,3	6	6	14



Grafik 12. Koncentracija hlorida u podzemnim vodama na području TE Kolubara

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

Мерно место	флуориди				
	7 mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Bunar N1	0,12	/	0,08	/	0,6
Bunar N2	/	/	0,29	/	/
Bunar N3	8,9	0,46	0,28	/	0,5
Bunar N4	0,2	0,35	0,33	/	/
Bunar N5	0,12	0,75	0,61	/	/
Bunar N6	0,3	1,2	2,04	/	0,3
Bunar N7	0,36	1,2	/	/	/
Pijez P1	/	0,28	0,17	/	/
Pijez P2	/	/	0,21	/	/

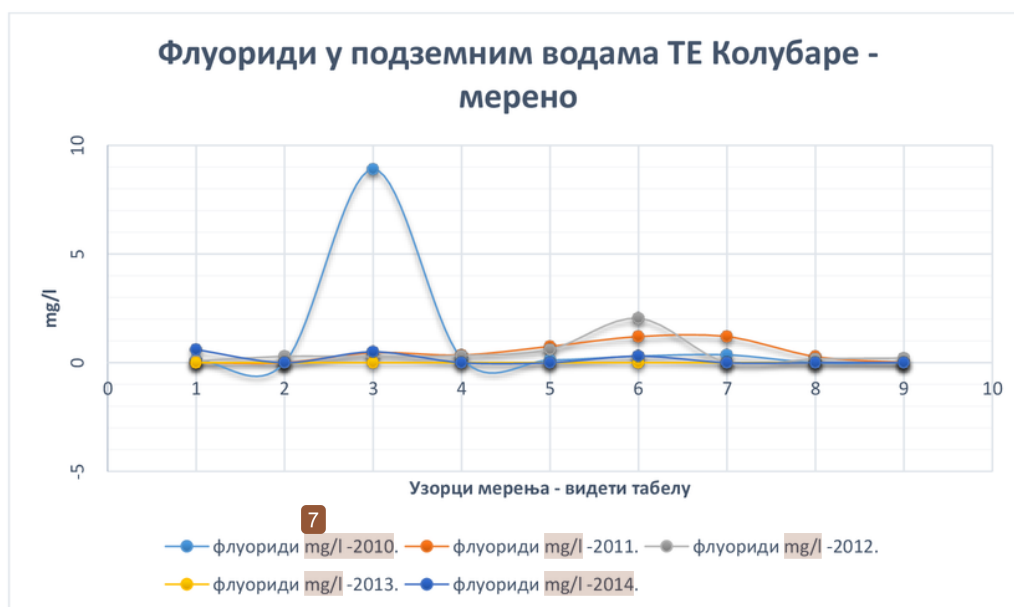


График 13. Концентрација флуорида у подземним водама на подручју ТЕ Колубара

Табела 30. Концентрација sulfata у подземним водама на подручју ТЕ Колубаре

Мерно место	Sulfati				
	7 mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Bunar N1	49,6	69,3	151	61	40
Bunar N2	/	/	449	609	390
Bunar N3	101	132	219	61	107
Bunar N4	64,3	98	113	/	/
Bunar N5	215	240	150	127	/
Bunar N6	308	853	312	463	112
Bunar N7	656	876	/	/	/
Pijez P1	346	67	40	60	/
Pijez P2	62,1	79	41	45	67

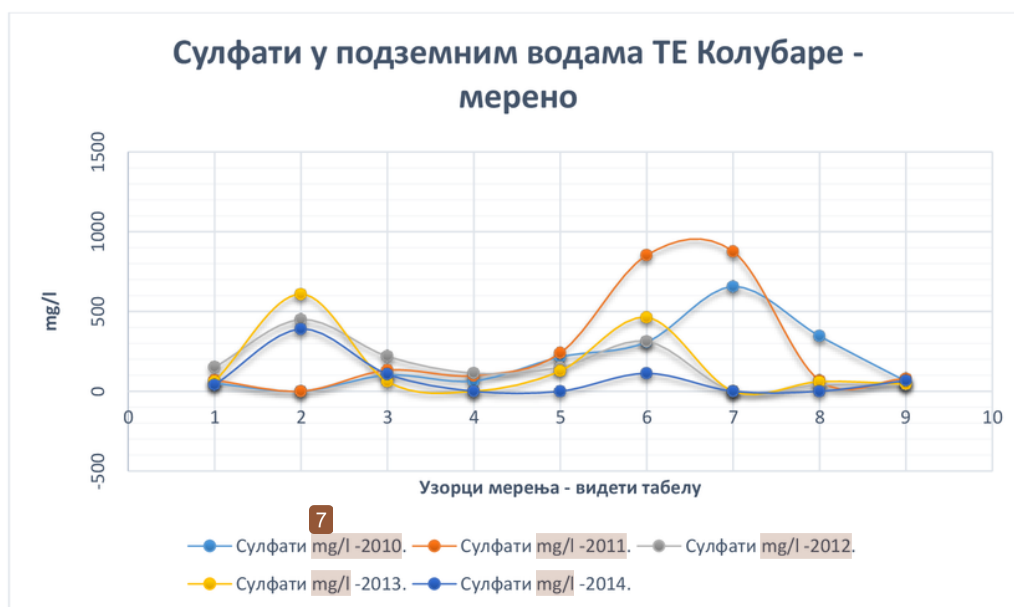
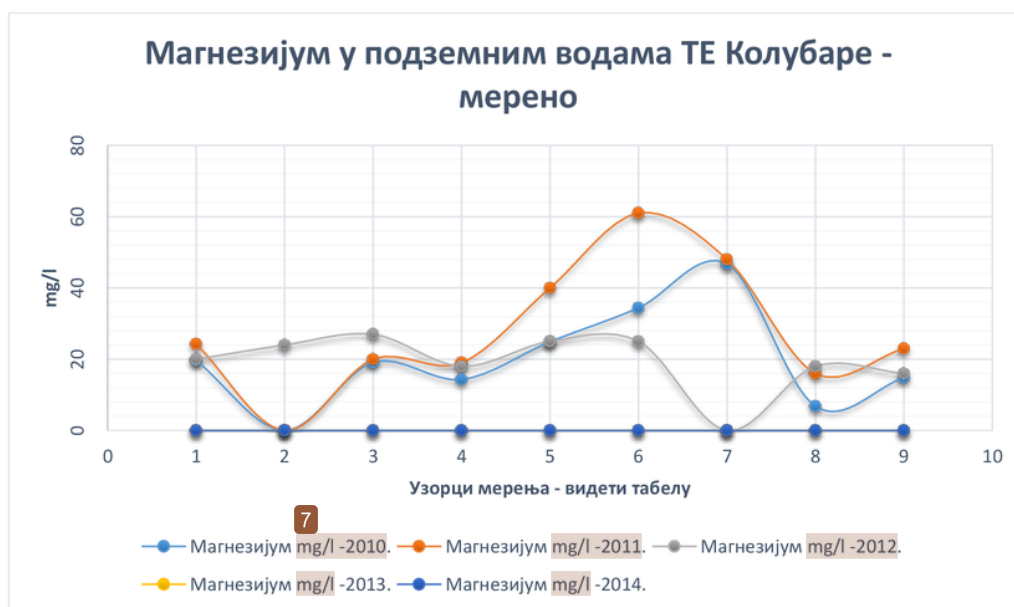


График 14. Концентрација sulfata у подземним водама на подручју ТЕ Колубаре

Tabela 31. Koncentracija magnezijuma u podzemnim vodama na području TE Kolubara

Merno mesto	Magnezijum				
	mg/l -2010.	mg/l -2011.	mg/l -2012.	mg/l -2013.	mg/l -2014.
Bunar N1	19,7	24,3	20	/	/
Bunar N2	/	/	24	/	/
Bunar N3	19,1	20	27	/	/
Bunar N4	14,3	19	18	/	/
Bunar N5	24,9	40	25	/	/
Bunar N6	34,4	61	25	/	/
Bunar N7	46,7	48	/	/	/
Pijez P1	6,8	16	18	/	/
Pijez P2	14,8	23	16	/	/



Grafik 15. Koncentracija magnezijuma u podzemnim vodama na području TE Kolubara

Pregled koncentracije štetnih materija u podzemnim vodama sličan je u svim TE na teritoriji Srbije i ⁷provodi se prema istim Uredbama i zakonima. Na osnovu urađene analize Praćenje uticaja **otpadnih voda TE Kolubara na površinske i podzemne vode** u 2014. godini koje je radila „Anahem laboratorija“ Beograd. Analiza je urađena četiri puta godišnje na: 8 mernih mesta na otpadnim vodama TE Kolubara, 7 mernih mesta na vodotocima: kanal Bare, reka Turija, reka Seona i reka Kolubara (uzvodno i nizvodno od deponije pepela i TE Kolubara), 1 pijezometar P2/10 jugo-jugoistočno od deponije pepela (pijezometar P1/10 jugo-istočno od deponije pepela nije uzorkovan jer je iskrivljena cev u konstrukciji pijezometra). Analizirana su 4 bunara: bunar N1 istočno od deponije, levo od puta Veliki Crljeni – Sokolovo; bunar N2 (Kovač) severozapadno od deponije pepela; bunar N3 zapadno od ušća

Seone u Beljanicu i bunar N4 (Borić) zapadno od deponije pepela (šmatski prikaz ilutrovan na slici 36. str 127).

Analiza voda u 2014. godini je pokazala da se radi o kompleksnom sistemu u kome se odvijaju procesi složen⁷⁴⁴ehanizama. Dobijene vrednosti za pojedinačne parametre kvaliteta vode, analizirane su u skladu sa zakonskom regulativom i upoređene sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama (MDK) i загађујућих materija u površinskim vodama. Otpadne vode analizirane su na osnovu „Uredbe o graničnim vrednostima emisije загађујућих materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje.“⁹²

Generalno gledano kvalitet svih otpadnih voda je zadovoljavajućeg kvaliteta i može se reći u potpunosti u skladu sa pokazateljima definisanih Uredbom o klasifikaciji voda.⁹³ Jedini parametar koji skoro u svim uzorcima otpadnih voda bio preko maksimalno dozvoljenih koncentracija su suspendovane materije.

Detaljni podaci i uporedni prikaz o pojedinčnim uzorkovanjima površinskih i podzemnih voda na teritorijama površinskih rudarskih kopova, odlagalištima deponije i šljake u TE a za potrebe izrade precizne baze podataka zasnovane na GIS tehnologijama uvrštene su u karte raspodele i dodate kao atributi određenih geografskih lokacija. Na narednoj slici ilustrovan je prikaz jednog radnog lista sa uporednim karakteristikama stepena devastiranosti voda na području TENT A, TENT B, TE Kolubara i Morava. Ilustrovani podaci se odnose za 2010 godinu.

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

Slika 37. Ilustracija izveštaja o stepenu devastiranosti podzemnih voda u okolinama deponija termoelektrana – uporedni prikaz

Podzemne vode u okolini TE Kolubara nalaze pod direktnim, ili potencijalnim uticajem drenažnih ili ponirućih voda koje potiču sa deponije pepela. Do загађања podzemnih voda u okolini deponije pepela može doći usled infiltracije slobodne vode iz deponije u vodonosni sloj ispod deponije. Veličina загађања podzemnih voda srazmeran je fluksu polutanata, koji predstavlja proizvod količine infiltracione vode i koncentracije

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

⁹³ Службени гласник CPC 6/78

polutanata. Proticaj vode je veoma složeno objasniti i definisati jer zavisi od više različitih i međusobno uslovljenih faktora. Ipak, uprošćeno i plastično se proticaj može objasniti kao zavisnost od hidrauličkih uslova filtracije (filtracionih karakteristika pepela i povlatnog sloja i hidrauličnog gradijenta između deponije i vodonosnog sloja) dok koncentracija zavisi od rastvorljivosti polutanata iz pepela. Sa stanovišta praćenja i kontrole uticaja deponije pepela na kvalitet podzemnih voda, najznačajniji parametar predstavlja koncentracija sulfatnog jona zbog izraženih transportnih osobina. Naime, sulfatni jon se veoma malo zadržava na skeletu sredine zbog čega je „idealni“ traser i ukazuje na proboj filtracionih voda iz deponije u podzemne vode. Sa toksikološkog aspekta osnovni parametar predstavlja arsen s obzirom na zastupljenost u pepelu i nešto veću mobilnost u podzemlju u odnosu na teške metale.

5.3.3. Istraživanje kvaliteta vazduha u okolini TE Kolubara

Dimni gasovi koji sadrže praškaste materije, sumpor dioksid, azotne okside i okside ugljenika ispuštaju se preko dimnjaka u vazduh. Na dimnjacima TE se nalaze odgovarajući elektrofilteri za prečišćavanje zagađujućih materija pre ispuštanja dima u atmosferu. Koncentracija gasova i njihov uticaj na životnu sredinu ispituje se kroz pojedinačna merenja emisije zagađujućih materija a pravovremeno se obavlja i baždarenje analizatora za kontinualna merenja emisije i gasova i praškastih materija u atmosferu. Tokom istraživanja za potrebe ovog rada, kao i za potrebe cele studije i izrade GIS baze *brownfield* lokacija JP EPS vršeno je merenje koncentracije zagađujućih materija iz termoelektrana u atmosferu.

Tabela 32. Uporedni prikaz emisija zagađujućih materija u vazduhu u TE u Srbiji tokom 2010. godine ne računajući KiM termoelektranu

Org. Jedinica	t/godina			
Blok	Praškaste materije	SO ₂	NO _x (NO ₂)	CO ₂
TENT A				
Blok A1	1 680	7 983	1 324	1 350 500
Blok A2	1 428	14 897	2 338	1 222 160
Blok A3	1 376	31 824	2 521	1 895 620
Blok A4	379	16 361	3 480	2 234 930
Blok A5	248	28 393	2 610	2 200 720
Blok A6	1 185	5 856	2 890	1 014 250
Ukupno TENT A	6 296	105 314	15 163	9 918 010
TENT B				
Blok B1	914	46175	5963	3 991 680
Blok B2	1 237	39043	9258	4 900 210
Ukupno TENT B	2 151	85 218	15 221	8 891 890
TEK				
Blok A1, kotao 1	554	1 948	296	272 500
Blok A2, kotao 3	949	1 633	236	207 160
Blok A3, kotao 4	336	1 349	240	136 640

Blok A4, kotao 5	353	981	134	1 601 400
Blok A5, kotao 6	148	5 911	1 397	782 280
Ukupno TEK	2 340	11 822	2 303	1 558 420
TEM				
Blok	3 107	10 683	908	670 635
Ukupno TEM	3 107	10 683	908	670 635
Ukupno PD TENT	13 894	213 037	33 595	21 038 955

87

Takođe, JP EPS u skladu sa „Uredbom o graničnim vrednostima emisija zagađujućih materija u vazduh“⁹⁴ i Planom pojedinačnih merenja emisije opasnih materija u vazduh za 2014. godinu, PD TENT formirao je ugovor sa konzorcijumom Rudarski institut Zemun i Institut „Vinča“ Beograd o merenju godišnjih količina emitovanih zagađujućih materija.

U narednoj tabeli dati su podaci o količinama zagađujućih materija koje se emituju iz TE Kolubara. Zbog objektivnih razloga u TE Kolubara nisu vršena pojedinačna ispitivanja i merenja na dimnjajima već su dobijene vrednosti na osnovu množenja vremena rada kotlova (h) u 2014. god. i masenih protoka zagađujućih materija (kg/h), pri čemu su za K1, K3, K4 i K5 prikazane prosečne vrednosti (kg/h). Merenja su obavljana u 2 ciklusa tokom godine. Takođe, za K6 su prikazane vrednosti (kg/h) merenja izvršenog u 2013. godini.

Tabela 33. Godišnja emisija štetnih materija u TE Kolubara (t/godina) za 2014.

TE KOLUBARA	Praškaste Materije	SO ₂	NO _x (NO ₂)	CO	CO ₂
Kotao 1, Dimnjak 1	146,71	633,24	63,57	4,83	38191
Kotao 3	465,15	1658,28	192,29	30,95	146068
Kotao 4	448,88	974,05	143,25	9,57	101796
Kotao 5	169,56	912,14	105,74	6,93	70978
K3+K4+K5, Dimnjak 2	1083,61	3544,49	441,28	47,44	318842
Kotao 6, Dimnjak 3	171,39	7707,78	855,26	54,54	278512
UKUPNO	1401,72	11885,50	1360,11	106,82	635545

U posmatranim TE evidentno je da značajan uticaj na životnu sredinu imaju emisije štetnih materija u vazduh. Na osnovu posmatranih podataka primećuje se da emisija zagađujućih materija u vazduh uglavnom potiče od:

- » tačkasti izvori – tri dimnjaka;
- » difuzioni izvori – deponija pepela i šljake i deponija uglja.

Dimni gasovi nastali sagorevanjem uglja u kotlovima, vode se preko elektrofilterskog postrojenja kroz kanale dimnih gasova do odgovarajućeg dimnjaka kroz koji se ispuštaju u okolinu. Osnovne emisije u vazduh iz dimnjaka su praškaste materije, oksidi azota (NO_x), sumpor dioksid (SO₂), ugljenmonoksid (CO). Na osnovu dugogodišnjeg praćenja kvaliteta vazduha okoline sprovedenog od strane EPS-a, koje se obavlja jednom godišnje, prema

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

„Planu merenja emisije u skladu sa članom 7. Uredbe o graničnim vrednostima emisija zagađujućih materija u vazduhu“⁹⁵, zaključuje se:

- » koncentracije SO₂ su iznad propisanih srednjih dnevnih i srednjih godišnjih graničnih vrednosti i tolerantnih vrednosti i ne predstavljaju lokalni već globalni problem;
- » zagađenje vazduha česticama pepela ima lokalni značaj, posledica je uglavnom eolske erozije pepela sa deponije, pri pojavi olujnih vetrova.

Kao što je već rečeno tokom 2014. godine vršeno je uzorkovanje taložnih materija na osam (8) mernih mesta u okolini TE „Kolubara“, kao i merenje sumpordioksida, čađi i suspendovanih čestica <10 mikrona na jednom mernom mestu u Sportsko-rekreativnom centru TEK-a u Velikim Crljenima..

Na osnovu ispitivanja ukupnih taložnih materija u okolini TE „Kolubara“ u periodu od 05.12.2013 do 04.07.2014 može se zaključiti:

- » Koncentracije ukupnih taložnih materija ne prekoračuju vrednost propisanu Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha⁹⁶ kao i Uredbom o izmenama i dopunama Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha⁹⁷ kojom je propisano u Prilog XV, odeljak A, tačka 5. za period usrednjavanja za jedan mesec (450 mg/m²/dan), kao i Uredbom o izmenama i dopunama Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha⁹⁸.
- » Granične vrednosti za ostale parametre praćene u taložnim materijama u toku navedenih meseci nisu propisane prethodno pobrojanim uredbama.
- » Koncentracije sumpordioksida i suspendovanih čestica ne prekoračuju vrednost propisanu Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha⁹⁹, kojom su propisane granične vrednosti za neke od štetnih materija u vazduhu okoline, za sumpor-dioksid (granična vrednost: 125 µg/m³, tolerantna vrednost: 125 µg/m³), a za suspendovane čestice maksimalno dozvoljena vrednost 120 µg/m³.
- » Koncentracija čađi prekoračuje vrednost propisanu Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Sl. glasnik RS", br. 11/2010) kojom je u Prilog H odeljak B, (granična vrednost: 50 µg/m³, tolerantna vrednost: 75 µg/m³ i granica tolerancije: 25 µg/m³), Uredbom o izmenama i dopunama Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha¹⁰⁰ kao i Uredbom o izmenama i dopunama Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha¹⁰¹. Od izmerenih 185 uzoraka, koncentracija čađi prekoračuje MDK za jedan uzorak u januaru 2014. godine (izmereno je 72,82 µg/m³), ali ne prelazi tolerantnu vrednost od 75 µg/m³.

⁹⁵ "Sl. glasnik РС", бр. 5/2016

⁹⁶ Sl. glasnik РС, бр. 11/2010

⁹⁷ Sl. glasnik РС, бр. 75/2010

⁹⁸ Sl. glasnik РС, бр. 63/2013

⁹⁹ Sl. glasnik РС, бр. 11/2010

¹⁰⁰ Sl. glasnik РС, бр. 75/2010

¹⁰¹ Sl. glasnik РС, бр. 63/2013

Srednja vrednost merenja sumpor-dioksida bila je iznad propisane granične vrednosti. Srednja vrednost merenja čadi bila je ispod granične vrednosti. Srednja vrednost merenja ukupnih suspendovanih čestica bila je ⁵⁹ pod propisane granične vrednosti.

Iz svih navedenih podataka može se zaključiti da je kvalitet vazduha u okolini TE „Kolubara“ tokom 2014. godine bio uglavnom zadovoljavajući, s obzirom na uticaj i ostalih izvora zagađenja (saobraćaj, kućna ložišta i sl.).

5.4. DISKUSIJA REZULTATA – KOREKTIVNE MERE I SCENARIJA ERM SANACIJE

Okvirni scenario razvoja pomenutih lokacija i vizija prostornog područja koja bi se kreirala za period posle prestanka eksploatacije uglja (2055-60. god.) predstavlja dugoročni planski period.

Za ovako dug planski period, predviđanja su u velikoj meri nepouzdana, kako zbog brojnih nepoznanica tako i zbog ograničenosti studijske i druge raspoložive dokumentacije. Nužno je ipak, sagledati makar samo neke aspekte dugoročnog razvoja, kako bi sadašnji razvoj mogao da bude usmeravan ka budućnosti sa potrebnom merom racionalnosti.

Na osnovu rezultata odgovarajućih istražnih radova preduzetih poslednjih 10-15 godina i studija opravdanosti, određena je orijentaciona granica eksploatacionog područja Kolubarskog basena. U tom području i njegovom okruženju mogu se predvideti mogući okvirni scenariji razvoja i planskog uređenja prostora.

Posle 2020. godine biće opravdana eksploatacija lignitskog sloja i u tzv. „zaštitnom stubu“ gde se sada nalaze privredni i infrastrukturni objekti. Time bi najveći deo eksploatacionog područja bio iskorišćen, što bi uslovljalo iznalaženje novih lokacija za privredne i infrastrukturne objekte.

Budući da na deponijama jalovine nije uputno graditi naselja, privredne i druge građevinske objekte, ovo područje biće u budućnosti prekriveno šumama, poljoprivrednim kulturama i jezerima sa površinama za sport, odmor i rekreaciju. Pored postojeće akumulacije „Paljuvi Viš“ na kraju eksploatacije lignitskog ležišta ostaće trajne depresije od površinskih kopova (Polje „E“, „Južno polje“, „Radljevo“) ispunjenih vodom.

Konačni bilans renaturalizacije po završetku rudarskih radova:

- » šume 65,3 km²,
- » poljoprivredne površine 42,2 km²,
- » veštačka jezera i vodotoci 5,5 km²,
- » površine za sport i rekreaciju 6,9 km²
- » površine zauzete infrastrukturnim koridorima oko 2,0 km².

Ključne aktivnosti koje treba preduzeti na posmatranom području od ⁵⁷ se na kontrolu, kvalitet, isplativost. Postojeća privredna struktura, čiju okosnicu čini rudarstvo i energetika, moraće blagovremeno da se menja u korist delatnosti izvan ovog sektora. U futurističkom scenariju ove lokacije neophodno će biti postojeće površine zauzete enrgetsko-industrijskim kompleksom uz neophodnu prenamenu i preuređenje preurediti u proizvodne pogone drugačije ⁵⁷ amene. Takođe, futuristički scenariji razvoja ukazuju na radikalno pomeranje težišta aktivnosti od primarnog i sekundarnog ka tercijarnom i kvartarnom sektoru.

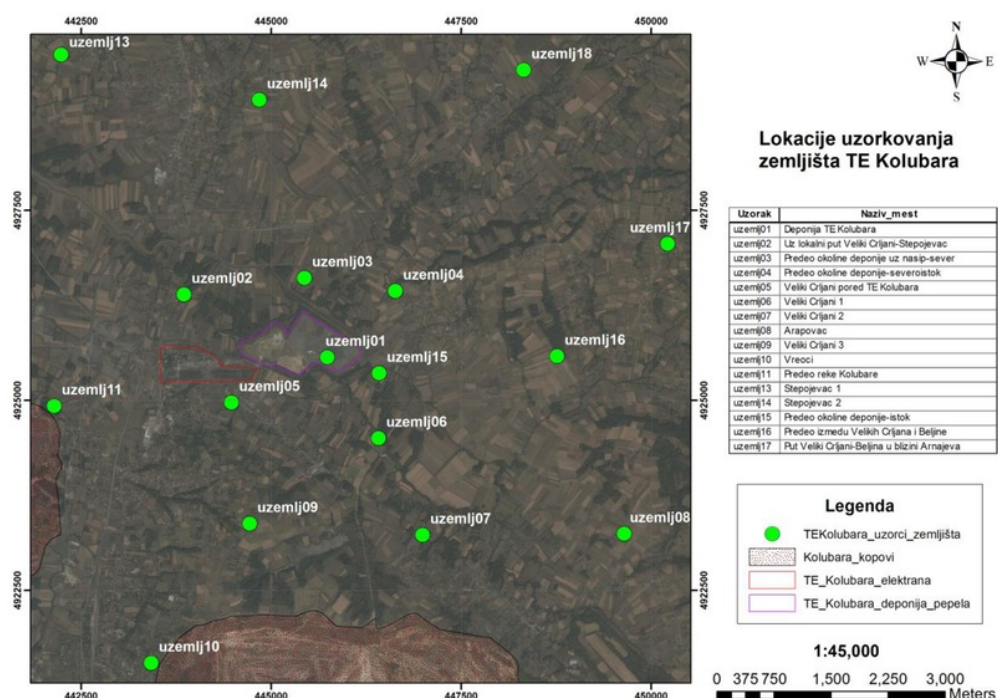
Рекултивација и еколошки редизајн простора на основу спроведених резултата мерења на devastираним површинама долази се до закључка да је на депонији pepела TE Kolubara могуће спровести рекултивацију исте и формирати површину погодну за друго коришћење. Другим речима, депонија pepела TEK даје основ за bioracionalно коришћење овог простора.

У претходним тематским целинама рада било је речи о могућношћу успевања одређених биљних култура на овим devastираним 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 деkontaminацију већ и спречавање еолске ерозије. Рекултивација 77 ha депоније pepела би, поред основне заштитне функције, требало да прерасте у ремедијацију деградираног простора који се valorизује и енергетски и економски.

На подручју TE Kolubara анализирани су узорци из четири врсте земљишта: од pepела из TE Kolubara, земљиште са одлагалишта pepела и шљакe, затим обрадиво земљиште у близини TE Kolubara (у пречнику до 2 km) на 16 локација, састав земљишта на простору rudника угља отвореног копа (*слика 38*). За упоредни узорак коришћен је и засад мискантуса и на обрадивом земљишту изван zone директног утицаја TE (2 локације) у три сезоне počев од 2014. Сadržaj теških метала одређен је у акредитованој лабораторији. Укупан сadržaj 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 digestије користећи азотну киселину, водоник пероксид и хлороводоничну киселину, помоћу атомске апсорпционе спектрометрије. Сadržaj 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 gasовитом станју cold AAS метода (EPA M 245.1: 1994)¹⁰²

Теренски експеримент је постављен на тлу технолошког oткривка на простору TE Kolubara и то на локацији чије су координате 44° 28'16,41" N у 2011. години. Parcela је формирана ¹⁰⁶ средно пре сетве у априлу и оплођена минералним đубривом NPK која сadržи 7,5 kg/ha N, 7,5 kg/ha P, 7,5 kg/ha K, непосредно пре сетве. Navodnjavanje је обављено само током прве вегетације. Механичка контрола корова обављена је по потреби током прве и друге сезоне вегетације. Rizomi мискантуса величине 3-5 pupолјака, су се sejали 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 vazдуху, а затим у сушилици за сушење у peћници за одређивање суве масе (DM)

¹⁰² ИНСТИТУТ МОЛ. Провера утицаја pepела и шљакe TE "Колубара А" на земљишту у 2013. години, извештај И 661/13, 2013.



Slika 38. Lokacije na kojima su vršena uzorkovanja i ispitivanja zemljišta

Zasnivanjem plantaže energetskih useva, brzorastuće visokoproduktivne trske *Miscanthus giganteus* (slonovska trava, kineski šaš) kao lignoceluloznog energetskog useva druge generacije dobija se oko 20 t/ha godišnje biomase sa 15% vlage i gornjom toplotnom moći 18,88 MJ/kg. Najveći i gotovo jedini inputi (energetski i novčani) su ograničeni na godinu zasnivanja plantaže i prvu godinu razvoja. Nakon toga, sledećih 20 godina se plantaža eksploatiše žetvom nadzemne biomase u ranoprolećnom periodu, pre kretanja vegetacije. Podaci dobijeni eksperimentalnim uzgojem metodom poljskog ogleada na devastiranim površinama sekundarne zone uticaja TE Kolubara kao i na samoj deponiji pepela TE Kolubara ukazuju da je na ovim prostorima moguća produkcija agroenergetskih useva sa prinosima koji jesu nešto manji nego na plodnom zemljištu, ali su sa njima komparabilni.

Najnovija istraživanja korišćenjem modela DCE (*Dynamic Coal in Europe*) koji sintetiše perspektive nekoliko disciplina (geologiju, tehnologiju, ekonomiju i zaštitu živone sredine) primenjena na degradirane lokacije RB Kolubara, ukazuju da je na ovim lokacijama moguća produkcija energetskih useva koji bi do 2040. god mogle da supstutuišu oko 1,5% uglja iz ovog basena.

Strateški projekti u ovom području koji bi se preduzeli obezbedili bi niz prednosti na ekološkom, ekonomskom i socijalnom planu. U poslednje vreme opšti trend predstavlja razvoj energetskog šumarstva. Jedan od futurističkih planova koje treba uvažiti u praksi jeste zasad energetskih useva slonove trske koji se u praksi pokazao kao odličan remediator degradiranih zemljišta. Pored ove, ima i mnogobrojne karakteristike koje povećavaju plodnost zemljišta. Razvitkom korenovog sistema koji ide i preko dubine od 2,5 m, uspeva da dođe do dubljih slojeva zemlje i usvoji vodu i hranljive materije, zajedno sa zagađujućim materijama

(*ako one postoje u zemljištu*). Radom korenovog sistema poboljšava morfološku strukturu i mikrobiološku aktivnost zemljišta. Za razliku od jednogodišnjih useva, Miskantus zahteva obradu zemljišta samo u godini zasnivanja useva, kao i minimalnu zaštitu od korovske vegetacije, bilo mehaničkim ili hemijskim uklanjanjem. Dug period bez obrade zemljišta omogućava nagomilavanje biljnog pokrivača, što doprinosi povećanju organske materije i sadržaja ugljenika u zemljištu. Bujna vegetacija zajedno sa biljnim pokrivačem sprečava pojavu eolske i hidro erozije.

Miskantus kao hibridna biljka nema prirodnih neprijatelja, jer nije konzumna biljka. Zbog svog brzog rasta i razvoja, kao i visokih krošnji obezbeđuje stanišne uslove za ptice i sisare.

Biodiverzitetna istraživanja na višegodišnjim travama su pokazala veći broj i raznovrsnije ptice, male sisare i beskičmenjake, naročito ptica unutar parcela i po ivicama, u odnosu na okružujuće livade ili njivske useve. Za veći broj ptica i malih sisara visina useva je najznačajnija za njihovu brojnost.

Zasnivanje plantaža energetskih useva kao korektivnu meru ERM plana treba primeniti i u primarnoj i u sekundarnoj zoni uticaja TE Kolubara. Ova mera bi se sprovodila sukcesivno kako se pojavljuju degradirane površine. Prvoformirane plantaže energetskih useva i drvenastih kultura u brznoj ophodnji bi se kasnije koristile kao rasadnici koji bi obezbeđivali sadni materijal za nove lokacije čime bi se ostvarila njihova dugoročno održiva funkcija.

Uža zona ERM plana koja se odnosi na deponiju pepela i šljake TE Kolubara i njenu neposrednu okolinu se karakteriše visokim podzemnim vodama i prisustvom malih vodotokova od kojih su neki izmešteni prilikom gradnje deponije. Konstruisanje akvatičnih ekosistema i redizajn postojećih doprinosi prečišćavanju ovih voda koje trpe veliki ekološki pritisak, razvijaju se nova staništa koja doprinose očuvanju biodiverziteta koji je na ovim prostorima ugrožen radom rudarskih i industrijskih postrojenja, a takode se povećavaju estetske vrednosti predela što se može iskoristiti u svrhe rekreacije i turizma, kao što je i predviđeno prostornim planom za ovu oblast.

U sekundarnoj zoni uticaja se nalaze vodotoci koji su izmešteni sa svojih prvobitnih lokacija i čvrsto regulisani, čime se gube njihove ekosistemске vrednosti. Konstruisanje ekosistemskih procesora na ovim vodotocima i njihovim obalama će značajno doprineti povećanju njihove moći prečišćavanja što je od ključnog značaja s obzirom da su recipijenti neprečišćenih industrijskih i komunalnih otpadnih voda.

U ovoj zoni se takode nalaze i vodna tela koja sadrže velike količine mulja koji je nastao tako što se u njima odlažu ili su se ranije odlagale otpadne vode. Korektivna mera za ovakve lokacije je primena metoda fitoremedijacije (*prečišćavanja sedimenta i vode pomoću biljaka*) i bioremedijacije (*pomoću mikroorganizama*). Na predloženi nači bi se in situ izvršila remedijacija ovih lokaliteta. Ukoliko se za tu svrhu koriste energetski usevi, miskantus i trska, produkcija njihove biomase bi sa jedne strane prečistila podlogu, a sa druge mogla biti upotrebljena u energetske svrhe.

Dakle, adekvatnim izborom i primenom najprikladnijih tehnika remedijacije zemljišta degradiranih industrijskim aktivnostima, proces sanacije životne sredine i zaštite prirodnih resursa uspostavlja se na potpuno prirodan način. Odabrani i primenjeni pristupi eko-remedijaciji su obično višenamenski, dugoročni i društveno korisni jer povezuju okruženje sa

ekonomskim i društvenim razvojem.¹⁰³ Na području TE Kolubare kao i rudnika Kolubara može se na degradiranim lokacijama obezbediti prihvatljiv i održiv pristup kultivaciji agro-energetskih useva, prvenstveno miskantusa koji će u znatnoj meri smanjiti nepovoljne uticaje degradacije i smanjiti količinu generisanih štetnih teških metala u zemlji, vodi i vazduhu čime će se povoljnije uticati na životnu sredinu. Da bi se istražila takva mogućnost neophodno je postaviti odgovarajuću hipotezu. Zato je terensko istraživanje za potrebe ovog rada sprovedeno u tri koraka:

- » Prvo su ispitane karakteristike zemljišta u zoni uticaja TE Kolubara A, otkrivke od Rudika Kolubare i pepela iz TE Kolubara;
- » Drugo: mogućnost proizvodnje miskantusa na ovim podlogama i njegovog sanacionog potencijala u smanjenju rizika od teških metala i;
- » Treće: analizirana je SVOT analiza koja treba da pokaže na održivost takvog pristupa i ekološki pristup približi ekonomskom.

Agrohemijska svojstva zemljišta na istraženim lokalitetima (obrađivo zemljište u zoni uticaja TE Kolubara A, kontrola tla izvan zone uticaja pepela i mulja iz Termoelektrane Kolubara, Odlaganje i otkrivka sa površinskog kopa RB Kolubara ukazuju na njihove ograničene plodnosti jer sadrže malo N (0,10% sa jalovinom, 0,12 - 0,14% u pepelu, 0,12 - 0,26% u tlu), kao i organskog C (2,64% u pepelu, 0,64% u jalovi i 2,12 do 5,06% tla). U svim ispitivanim zemljištima pH je blizu neutralnog (6.40-7.89). Prema rezultatima iz Poljske, utvrđeno je da za dobijanje visokih prinosa miskantusa tlo trebada bude prosečnog kvaliteta. Neka od prethodnih istraživanja ukazuju na činjenicu da miskantus u Srbiji daje najveće prinose na karbonatnom černozeu.

Ukupan sadržaj psisustva teških metala u testiranim uzorcima tla porede se sa propisima Republike Srbije (Tabela 34). Sadržaj ukupnog Cr, Pb, Cd, Hg, kao i kod svih ispitanih uzoraka značajno je niži od maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK).

Tabela 34. Sadržaj teških metala u tlu u odnosu na maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK), vrednost remedijacije (RV)

	Jedinica	zemljište			pepeo	kontrola zemljišta	prekoračenje	MDK/RV
		srednja	Min.	Maks.				
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

37

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

Fe	%	2.17	1.86	2.42	1.87	2.02	1.94	-
----	---	------	------	------	------	------	------	---

Sadržaj Ni bio je veći od MDK u overburden, 50% zemljišta pod uticajem TE Kolubara i uzoraka pepela. Zu i Zn sadržaj prevazilazi MDK u pepelu, ali pronađene vrednosti ne prelaze vrednost remedijacije (RV). Prema sadržaju prisustva teških metala, testirano zemljište pripada blago do umereno kontaminiranom području. Međutim, takvo zemljište se ne preporučuje za proizvodnju hrane za ljude ili životinje zbog mogućnosti „ulaska“ teških metala u lanac ishrane. Iz istog razloga, usevi koji ne jedu divlje životinje treba da budu kultivisati na takvim podlogama. Zbog toga je miskantus izabran kao visoko prinosni usev.

Proizvodnja miskantusa na degradiranom ili marginalnom zemljištu istovremeno treba da obezbedi sanaciju zemljišta i proizvodnju biomase sa zadovoljavajućim kvalitetom i prinosom. Ispitivanja su pokazala da se Cr akumulira u podzemnim organima i samo mali deo transportuje u nadzemnu biomasu, gde dostiže koncentraciju koja može biti fitotoksična, nije u korelaciji sa sadržajem supstrata. Značajna količina Ni transportuje se do gornje površine, ali ne dostiže fitotoksične koncentracije, takođe se odnosi na Pb, Cd i As. Ne postoji značajna korelacija sa sadržajem supstrata, osim As (Tabela 35.).

Tabela 35. Sadržaj teških metala u miskantusu (mg/kg). * pot eksperiment 1. sezona rasta; **terenski eksperiment 5. sezona rasta, overburden. ND: nije detektovan; srednja vrednost na plantaži, prisustvo toksičnosti

	Whole plant*			Aboveground 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

U sagorevanju miskantus biomase, prisustvo nekih teških metala se može iscrpiti, prvenstveno Cd, Pb i Zn, pa je važno da njihov sadržaj u gornjoj tački bude što je moguće manji. Sadržaj prisustva 35-kih metala u biomasi miskantusa koji se gaji na nekontaminiranom zemljištu iznosi oko 0,2 mg/kg za As, 0,1 mg/kg za Cd, 2 mg/kg za Cu, 0,03 mg/kg za Hg, 2 mg/kg za Ni i Pb, 10 mg/kg za Zn. U gorenavedenom biomasu miskantusu uzgajane na kontaminiranom tlun značajno zavisi od genotipa (vrsta), starosti krošnje (trajanja ekspozicije), vrste supstrata (najviše pH, sadržaja organske materije i sadržaja teških metala). Rezultati za sve testirane TM nalaze se u rasponu objavljenih istraživanja.

Poslednjih godina, SVOT analiza se sve više koristi kako bi pomogla donosiocima odluka u određivanju prioriteta implementacije planova sanacije. Prilikom analize ekoloških, ekonomskih i socioloških trendova, većina autora zasniva se na podacima iz literature, dajući prednost programima koji istovremeno vrše sanaciju zemljišta degradiranim industrijskim aktivnostima koristeći ekološki prihvatljivu tehnologiju uz proizvodnju useva koji se kasnije mogu koristiti na održiv način.

Osnovi za SVOT analizu u ovom radu su koristili empirijske rezultate dobijene u potragama i eksperimentima na terenu na istraženoj oblasti. U analizi prednosti (S), slabosti (V), mogućnosti (O) i pretnji (T) razmatrani su ekološki aspekti proizvodnje miskantusa na lokacijama Kolubare. Prinos zemljišne biomase u periodu posle treće godine na površini jalovine je oko 5 t/ha sa gustinom od 2 rizoma /m², na parcelama za odlaganje pepela i šljake je oko 1.81 t/ha na trećoj i četvrtoj godini i početkom prolećne žetve, na referentnom tlu u prosjeku 11.73 t/ha, gde se prinos značajno razlikuje od godine proizvodnje i gustine sadnje. Prinos miskantusa zavisi od klimatskog i edafičnog faktora lokacije, genotipa miskantusa i primenjenih agrotehničkih mera, a poređenje rezultata je teško jer su dobijene pod različitim eksperimentalnim uslovima. Ipak u glavne prednosti primene ove biljke treba na umu imati najmanje dva ekološka aspekta: sadnjom se potiskuje razvoj korova i sadržaj ugljenika (C) je oko 46% što, u zavisnosti od mikrobiološke aktivnosti zemljišta, može doprineti povećanju plodnosti tokom nekoliko godina i doprineti smanjenju proizvodnje gasova staklene bašte. Kada se razmatra životni ciklus kao celina, miskantus ima značajne prednosti u odnosu na ugalj i prirodni gas sa aspekta bilansa CO₂ po kWh generisanu energiju čak i kada se sagoreva u konvencionalnim elektranama parne turbine i može značajno doprineti ublažavanju klimatskih promena.

Osnovne slabosti koje se pripisuju uzgoju ove biljke u okviru sprovedenog istraživanja su relativno niski prinosi na oko 1,66 t/ha godišnje za obradivo zemljište; 0,69 t/ha godišnje za jalovišta na površinskim kopovima i 0,17 t/ha godišnje na deponiji pepela i šljake. Mikrobiološka zajednica i njena aktivnost su niska u jalovištu. Ovo se može prevladati intenzivnijim agro-tehničkim merama na odlagalištima i odlaganju pepela, uz primenu mulja ili otpadnih voda iz sistema za prečišćavanje vode locirane u Kolobari.

Glavni troškovi remedijacije teških metala uključuju stepen zagađenja, nivo ekoloških standarda koji moraju biti ispunjeni, pa lokalna zajednica sa odgovarajućom tehničkom infrastrukturom ekološke standarde mora održavati na određenom nivou. U tom pogledu, veoma je važno uspostaviti kvalitetnu koorelaciju između naknade i uložених sredstava u tehnike remedijacije. Ovo u prvom redu zavisi od nacionalnih propisa i njihove primene. U nekim slučajevima, ovi troškovi su toliko visoki da vlasnici zemljišta odustaju od remedijacije. Ovo je naročito slučaj u RB Kolubara kada je stepen zagađenja nizak do umereno kontaminiran tj. kada je ispod MDK i /ili vrednosti remedijacije propisane propisima tada se primenjuje fitoremedijacija kao moguće rešenje, s obzirom na nisku investiciju. Proizvodnja bioenergetskih useva na kontaminiranom zemljištu može biti ekonomski podsticaj za fitoremedijaciju ovih lokacija, uz obezbeđivanje zemljišta koje se ne takmiče za proizvodnju hrane, smanjivanje upotrebe fosilnih goriva, stvaranje mogućnosti zapošljavanja i smanjenje rizika širenja zagađujućih materija sa niskih ili umereno zagađene lokacije. Ovo su upravo mogućnosti za sadnju miskantusa na području Kolubare.

Ulaganja u plantažu proizvodnje miskantusa su najviša u prvoj godini proizvodnje krošnje i iznose u EUR: za sirovine tj. za 10 000 komada rizoma / ha = 1500, eura, dubrivo 0,40/kg h 150 kg/ha = 60, herbicid 60.2; za konvencionalnu preradu zemljišta (oranje, pripremanje semena, dubrenje, sadnja, uzgoj) 195 ili ukupno 1815 EUR/ha direktnih troškova. U slučaju Kolubare, samo na obradivom tlu se može očekivati ekonomski isplativa investicija na plantažu miskantus na osnovu direktnih pogodnosti (pretnje za odlaganje jalovine i pepela). Primena intenzivnih agrotehničkih mera može povećati prinose na jalovini i

eventualno na deponijama pepela na 10 t/ha, što se smatra limitom ekonomičnosti (Pretnje). Međutim, vrednost ekosistema koja se značajno povećava imobilizacijom teških metala u podlogi, sprečavanje erozije vetrom i značajno smanjenje proizvodnje gasova koji izazivaju efekat staklene bašte tokom sagorevanja biomase u odnosu na lignit ovde se ne računaju. Takođe, korišćenje biomase nakon fitoremedijacije je ograničeno zbog nedostatka znanja o emisijama i prenošenju zagadivača, posebno za teške metale što se takođe ubraja u pretnje za uzgasjanje ove kulture na devastiranim područjima TE Kolubare.

Drugi značajan segment sagledavanja mogućih ERM rešenja u cilju minimizacije štetnih materija i njihovog uticaja na životnu sredinu u neposrednoj okolini termoelektrana u prvoj i drugoj zoni devastiranosti površina jeste ekonomski pristup tj. pristup čija se ERM rešenja zasnivaju na ekonomiji resursa.

Koncept vrednovanja devastiranih područja kao prirodnih resursa sa ekonomskog aspekta može se svrstati u sledeće kategorije:

- » prirodna bogatstva,
- » obnovljivi i neobnovljivi resursi,
- » životna sredina i
- » zemlja u smislu proizvodnog faktora.

Kada se bilo koja kategorija prirodnog kapitala podvrgne ekonomskoj aktivnosti, ona u ekonomskom smislu postaje resurs. Inače, resurs predstavlja širok pojam koji se odnosi na prirodnu datost dobara žive i nežive prirode: zemljište, ruda, šume, voda, vazduh, biljni i životinjski svet. Resurs podvrgnut čovekovoj oceni uz značenje vrednosti, postaje rezerva, a u ekonomskom smislu rezerva predstavlja ekonomsko isplativ deo za eksploataciju.

Kada se odlučuje o upotrebi prirodnih vrednosti, treba voditi računa o oportunitetnom trošku, odnosno o identifikaciji i vrednovanju eksternih efekata. Oportunitetni trošak naime, predstavlja izgubljenu dobit u budućnosti (*ako je izgubljena dobit niska, društveni trošak ekosistema nije visok*). U tom slučaju vrednost prirodnih resursa može da se izrazi kao pravilo marginalnog oportunitetnog troška (MOT), odnosno zbira marginalnog troška ekstrakcije (MTE) (*neracionalne eksploatacije koja u slučaju mineralni sirovina, podzemnih voda i dr. utiče na smanjivanje rezervi u nekom vremenskom periodu*), marginalnog eksternog troška (MET) (*troška koji odražava kvalitet životne sredine usled njene ekstrakcije*) i marginalnog korisničkog troška (MKT) koji se odnosi na limitiranost iscrpljivih resursa, odnosno činjenice da ekstrakcija i upotreba resursa danas znači da on nije više raspoloživ u budućnosti.

$$\mathbf{MOT = MTE + MET + MKT}$$

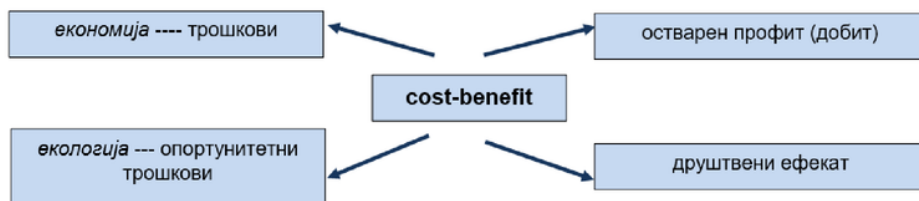
MET je veoma značajna komponenta za neke iscrpive resurse kao što su ugalj, naročito ako se uzme u obzir uticaj njegovog sagorevanja na klimatske promene. U slučaju podzemnih voda ona može da se izrazi kroz neracionalnu eksploataciju koja može da utiče na sam kvalitet vode koja se eksploatiše. Naime, postoji niz faktora koji u toku eksploatacije dovode do promena početnog kvaliteta izdanskih voda u uslovima dugotrajne eksploatacije, kao što su način formiranja izvorišta i režim njene eksploatacije. Stabilnost kvaliteta izdanskih voda u svakom slučaju ima na prvom mestu ekonomski faktor, jer upravo to odražava troškove vezane za potreban fizičko-hemijski tretman zahvaćenih izdanskih voda.

Marginalni korisnički trošak (MKT) će imati odraza u ceni resursa, pod uslovom da postojeća tržišta odražavaju buduću oskudicu.

Prirodni resursi kao kompozitno dobro predstavlja ukupnu vrednost prirodnih resursa i može se predstaviti kao zbir upotrebnih i neupotrebnih vrednosti. Upotrebne vrednosti proizilaze iz tekuće upotrebe resursa, a obuhvataju direktne upotrebne vrednosti kao što su komercijalni sadržaji i funkcionalne usluge koje predstavljaju indirektnе upotrebne vrednosti, koje ekosistemi kao funkcionalna usluga obezbeđuju (*zaštita od poplava, staništa, proširivanje lanca ishrane, podzemna voda kao samoprečišćivač kontaminenata u određenim uslovima, blagodeti koje podzemna voda daje kao što je izvor zdrave vode za piće...*). S druge strane, ekosistemu su svojstvene i neupotrebne vrednosti. One obuhvataju opcione vrednosti, kao oblik opcije korišćenja ekosistema u budućnosti, a predstavljaju izraz preferencije i spremnosti da se plati za zaštitu u korist uživanja pojedinca u budućnosti. Egzistencijalne vrednosti su takve neupotrebne vrednosti koje postoje ali nisu vezani za postojeće upotrebe ekosistema. Njihove preferencije se izražavaju u vidu simpatije pojedinca.

Kao zaključak može da se izvede konstatacija da, prilikom odlučivanja o alokaciji prirodnih dobara moraju da se uzmu u obzir sve njihove vrednosti. U daljem tekstu prikazaće se metode i tehnike vrednovanja, koje u odsustvu tržišta kvantifikuju vrednost prirodnih dobara. Dakle, metode vrednovanja predstavljaju sastavni element mehanizma alokacije prirodnih vrednosti...

U politici zaštite životne sredine, vrednost prirodnih resursa pokušava da se objasni takozvanom cost-benefit analizom. Ona se javlja kao mogući društveni i ekonomski kriterijum alokacije resursa u određenim delatnostima, a oslanja se na identifikaciju i kvantifikaciju troškova i efekata jedne aktivnosti. To se može najbolje prikazati sledećim ilustrativnim primerom, povezujući ekonomske i ekološke kriterijume u nekom procesu proizvodnje:



Slika 39. Algoritam „cost-benefit“ analize

Glavni akcenat ove analize je baziran na interesima i preferencijama celokupnog društva, pa je zbog toga koncept ekonomskog profita supstituiran konceptom društvenih efekata, a umesto koncepta troškova stavlja se koncept oportunitetnog troška. Društveni efekat se može izraziti i preko spremnosti društva da plati blagodeti koje životna sredina daje u budućnosti, odnosno da se sačuva vrednost prirodnih resursa i za buduće generacije u slučaju njene ekstrakcije ili neke druge delatnosti. Naime, cost-benefit analiza teži da umesto klasičnog ekonomskog maksimiziranja profita, teži da maksimizira društvene efekte, odnosno opšte blagostanje društva u celini.

Različiti su pristupi određivanja vrednosti prirodnih dobara, kao i pokušaj njihove valorizacije odnosno, vrednovanja putem određivanja optimalne cene njihovih korišćenja. Pomoću njih pokušavaju da se izbegnu eksterni troškovi ili eksternalije, koje predstavljaju onaj trošak koji osećaju oni koji nisu neposredno uključeni u ekonomskim transakcijama koje ih izazivaju. Takođe ceo postupak ekonomsko-ekološke priče ima za cilj da putem određivanja vrednosti prirodnih dobara, njihovom valorizacijom i alokacijom učini ceo sistem održiv, odnosno da zaštititi životnu sredinu.

Kroz empirijska i terenska istraživanja u radu na osnovu merenja i ocenjivanja kvaliteta zemljišta, vode i vazduha uređena je kontrola uticaja deponije pepela TE Kolubara na zemljište. Urađene su analize pepela sa deponije i 18 uzoraka zemljišta i izvršena je kontrola plodnosti i sadržaj ukupnih i pristupačnih oblika teških metala i potencijalno štetnih elemenata sa aspekta određivanja uticaja deponije pepela i šljake na okolno zemljište. Pri tome su uzeti u obzir svi potencijalni izvori zagađivanja i relevantni parametri koji su za njih vezani. Zone uzimanja uzoraka su definisane u zavisnosti od udaljenosti od deponije.

Ukupno je određeno četiri zone uzorkovanja (*tri zone uticaja i jedna kontrolna zona*) i to:

- » zona uticaja 1 – do 1 km udaljenosti od deponije,
- » zona uticaja 2 – 1-3 km udaljenosti od deponije,
- » zona uticaja 3 – 3-5 km udaljenosti od deponije i
- » van zone uticaja – predstavlja kontrolu na udaljenosti većoj od 5 km od deponije.

Na uzetim uzorcima su izvršene sledeće analize: fizičke osobine zemljišta, hemijske osobine zemljišta, reakcija zemljišta, sadržaj humusa, sadržaj ukupnog azota i organskog ugljenika u zemljištu, sadržaj nitratnog i nitritnog jona, sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma.

Pokazatelji i rezultati navedenih parametara su se kretali se sa manjim odstupanjima u odnosu na dozvoljene granice. Sadržaj teških metala i drugih toksičnih elemenata u pepelu i zemljištu se kretao u uobičajenim koncentracijama i ispod granica MDK i to za: hrom (Cr), kadmijum (Cd), živu (Hg), arsen (As), bor (V) i gvožđe (Fe). Sadržaj olova (Pb) u uzorcima pepela je bio ispod granica MDK.

U 2 ispitivana uzorka zemljišta sadržaj olova (Pb) premašio MDK, ali je bio niži od remedijacione vrednosti, s tim da je u zoni saobraćajnica bila povećana koncentracija (sadrže ga izduvni gasovi), ali i na zemljištima koja su b² tretirana nekim pesticidima. Koncentracijaj nikla (Ni) u uzorcima pepela bila je viša od granične vrednosti, ali znatno niža od remedijacione vrednosti. Sadržaj nikla u 8 uzoraka zemljišta bio viši od MDK vrednosti ali niži od remedijacione vrednosti. Nađene povećane vrednosti nikla ne mogu potvrditi uticaj emisija zagađujućih materija iz termoelektrane i sa deponije pepela već zavise od geohemijskog sastava zemljišta. Koncentracije bakra (Cu) u svim ispitivanim uzorcima bila su niže od propisane granične vrednosti. Sadržaj cinka (Zn) u ispitivanim uzorcima pepela bio je niži od propisane granične vrednosti (140 mg/kg). Koncentracije cinka (Zn) u svim ispitivanim uzorcima zemljišta znatno su niže od MDK (300 mg/kg). 41 mentar dobijenih rezultata dat je u odnosu na maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) u zemljištu

propisane „Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje.“¹⁰⁴

Prema vrednostima ispitivanih parametara u uzorcima zemljišta i pepela može se zaključiti da nisu dostignute vrednosti koje zahtevaju preduzimanje remedijacionih mera u skladu sa „Uredbom o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa.“¹⁰⁵

5.5. ZNAČAJ PROCENE NEGATIVNIH EFEKATA (ŠTETA) DO KOJIH SE MOŽE DOĆI AKO ERM PLAN IZOSTANE

Šema postupka za analizu i procenu troškova zaštite životne sredine može se prikazati kroz sledeću metodologiju:

Definisanje opšteg cilja;

- » Predmet analize i definisanje granica sistema u vezi sa: Odgovornim akterima/ aktivnostima; Izvorima uticaja na životnu sredinu; Vrstama štete koja se analizira, uticaj na životnu sredinu na zaštićenoj imovini; Regionalnim, projektom-vezanim granicama sistema, itd.

Način fizičkog uticaja - Monetarno vrednovanje:

- » Opis relevantnih uticaja na životnu sredinu;
- » Opis uzroka (procena uticaja);
- » Procena ekonomske koristi i kategorije troškova;
- » Ekonomska procena dobijenih promena i koristi za ljude;
- » Rezultati u kontekstu cilja.

Prilikom definicije opšteg cilja opravdanosti ERM projekta neophodno je sagledati opšte ciljeve i fokusirati se na procenu životne sredine kao što su to na primer društveni troškovi proizvodnje električne energije po kWh. Zatim je veoma važno obezbediti i osigurati kvalitetnu analizu troškova i koristi o kojima je već bilo reči. Na primer, potrebno je po tržišnom principu vrednosti proceniti na koji način proizvodnja el. energije utiče na životnu sredinu.

Tehnička realizacija kreiranja ekonomskih podsticajnih instrumenata za zaštitu životne sredine sastoji se od niz aktivnosti i mera kojima se obezbeđuje: povraćaj eksternih troškova od odgovornosti aktera, nagrađivanje eko-prijateljskog ponašanja odgovornih aktera; sprovođenje podsticajnih mera za smanjenje rizika od ekološke štete u okviru zakonodavstva zaštite životne sredine, kao i dokazivanje potrebe za akcijom u okviru politike zaštite životne sredine.

Drugi korak u proceni opravdanosti ERM projekata i zaštite životne sredine kroz remedijaciju devastiranih područja u neposrednoj blizini TE odnosi se na analizu i definiciju granica sistema koji se posmatra i proučava. Dakle, u ovom slučaju se predmet analize određuje u skladu sa definisanim ciljem i vrši adekvatan:

- » Izbor učesnika i/ili aktivnosti, tj. vrši se selekcija aktera i svih relevantnih izvora uticaja na životnu sredinu i relevantne zaštićene imovine ili vrste štete koja se analizira.
- » Plan granica sistema, koji služi kao isključivi kriterijum za identifikovanje odgovornih aktera i aktivnosti, izvora uticaja na životnu sredinu, ekoloških uticaja i razmatrane ekološke štete. Značaj definisanja granica sistema uključuje: prostor, projekat, proces ili meru, vremenski okvir za realizaciju projekta, dostupne informacije i metodološke granice sistema koji se posmatra. Definicija granica sistema i povezane pretpostavke su važna informacija za pravilnu interpretaciju rezultata procene. Takve informacije stoga treba da budu prezentovane u transparentnom obliku.

Treći korak u proceni negativnog efekta rada TE blokova na utcaj na životnu sredinu usmeren na opisivanje relevantnih izvora i njihovog negativnog delovanja. Na primer, količina emisije štetnih gasova u vazduh, vodu, zemlju. Uticaj štetnih materija na biljni i životinjski svet i dr. faktori na osnovu čijeg sakupljanja se dolazi do seta svih onih indikatori pritiska na životnu sredinu (*npr. SO₂ ekvivalenta*). Za izvore uticaja na životnu sredinu se određuju odgovorni akteri ili aktivnosti. U okviru ovog koraka takode je neophodno preduzeti njih ekonomsko-elkolških analiza. U ekonomskim analizama se koriste dva pristupa za određivanje odgovornih aktera izvora uticaji na životnu sredinu, metod „odozgo-na-dole“ i metod „odozdo-na-gore“. Metod „odozgo-na-dole“ se zasniva na modelovanju makroekonomskih odnosa između ekonomskih aktivnosti i zagađenja životne sredine. Za ovaj pristup, odgovorni akteri su grupisani (*npr. privredni sektori na osnovu ulazno-izlaznog sistema*).

Zahvaljujući vezi između privrednih aktivnosti i emisija, mogu se izvući zaključci o ekološki relevantnim promenama u zagađenju životne sredine u zavisnosti od stepena i strukture ekonomskog razvoja.

Metod „odozdo-na-gore“, na kojem se takode zasnivaju smernice analize uticaja, prati zagađenje životne sredine duž fizičkog puta uticaja od izvora do receptora i izvlači zaključke o promenama koristi za ljude. Ovo čini metod „odozdo-na-gore“ pogodnim za probleme koji zahtevaju procenu ⁷⁴ ekološke štete za specifična područja.

Uzroci ili ⁹⁹ ocena uticaja na životnu sredinu je veoma važna i u osnovi je svake strategije. Izvori uticaja na životnu sredinu (*aktivnosti koje utiču na životnu sredinu*) opisuju se vezano za njihov potencijalni uticaj i očekivane neželjene efekte. U ovom koraku važno je obratiti pažnju na:

- » regionalnu i vremensku različitost;
- » uzrok - efekat sa tačke gledišta prirodnih nauka.

Pretpostavke ili modeli koji se koriste treba da budu objavljeni kako bi se omogućilo odgovarajuće tumačenje vrednovanja rezultata (*transparentnost informacija*). Primer uzroka i procene uticaja pojedinih štetnih aktivnosti u okviru rada TE data je u narednoj tabeli.

Tabela 36. Primer problema životne sredine i odgovarajućih relevantnih izvora uticaja na životnu sredinu

PRIMER PROBLEMA ŽIVOTNE SREDINE I ODGOVARAJUĆIH RELEVANTNIH IZVORA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU	
Ekološki problem	Mogući relevantni izvori
<u>Lokalni nivo</u>	
Problemi buke	Emisije buke
Miris koji izazivaju smetnje	Emisije zagađivača vazduha
Zagrevanje zemljine površine	Zaptivanje zemljišta
Opasnost od požara	Skladištenje opasnih supstanci za požar
Zagađenje podzemnih voda	Skladištenje supstanci opasnih za vodu
<u>Regionalni nivo</u>	
Fotohemijski smog	Emisije isparljivih organskih jedinjenja
Zakiseljavanje zemljišta	Emisija acidionih zagađivača vazduha
Zakiseljavanje vode	Emisija acidionih zagađivača vazduha
Eutrofikacija zemljišta	Emisije zagađujućih materija za eutrofikaciju
Eutrofikacija vode	Unos nutrijenata i štetne supstance u vodi
Toksičnost za ljude/disanje lanac ishrane	Emisije zagađivača vazduha toksičnih za ljude i zagađujuće materije akumulirane u lancu ishrane
Terestična (zemljana) ekotoksičnost	Emisija ekoloških zagađivača u vazduhu
Vodena ekotoksičnost	Unos ekoloških zagađivača u vodna tela
Gubitak prirodnih staništa	Oduzimanje zemljišta
<u>Supra-regionalni / globalni nivo</u>	
Efekat staklene bašte	Emisija klimatskih gasova
Iscrpljivanje resursa	Korišćenje obnovljivih i neobnovljivih resursa
Statosferična oštećenja ozonskog omotača	Emisija supstanci štetnih za ozonski omotač

Smetnja zbog obima saobraćaja	Saobraćajna buka
Fragmentacija pejzaža	Korišćenje zone (industrijske zone, saobraćaj)

Dalji proces sagledavanja značaja ERM plana kojim bi se smanjio uticaj naegativnih posledia delovanja antropogenih faktora podrazumeva dodeljivanje ekonomske koristi i kategoriju troškova za tačno određenju geografsku lokaciju i njenu eksploataciju. Drugim rečima, neophodno je izvršiti vrednovanje svih efekata čiji lanac uticaja utiče na korist za privredne subjekte. Onda je potpuno prirodno, obavezno i moralno da se i ti privredni subjekti moraju uključiti u neku od kategorija ekonomske procene. Ovaj korak predstavlja važnu vezu između naučne procene i ekonomske procene.

U tom procesu, sledeće kategorije mogu poslužiti kao vodič:

- » Direktno oštećenje od pojedinačnih koristi, npr:
- » Gubitak rekreativne i kulturne koristi od pejzaža ili vode za kupanje;
- » Zdrastveno štetni efekti, npr. akutne kardiovaskularne bolesiti;
- » Umanjenje kvaliteta života, npr. bukom;
- » Oštećenje privatnih dobara, npr. oštećenja fasada zgrada zbog zagađenja vazduha ili šteta prouzrokovana poplavama.
- » Umanjenje vrednosti od proizvodnje dobara i usluga, npr: gubitak u poljoprivrednim prinosima zbog smanjene produktivnosti zemljišta; gubitak u ribljim prinosima zbog povećanog zagađenja voda; gubitak prinosa u šumarstvu; povećanje troškova proizvodnje zbog troškova lečenja (npr. troškovi tretmana vode za industrijsku upotrebu); smanjena produktivnost rada zbog bolesti vezanih za životnu sredinu.

Takođe, u obzir se moraju uzeti i ona oštećenja koja nisu direktno raspoređena ali ipak dovode do troškova za celu nacionalnu ekonomiju, npr: smanjenje stope dopune podzemnih voda; smanjenje kapaciteta samoprečišćavanja prirodnih voda; oštećenje materijala javnih objekata i spomenika; troškovi istraživanja, razvoja, planiranja, kontrole i implementacije ciljeva i standard kvaliteta životne sredine.

Treba uključiti ne-upotrebnu vrednost. Ovo važi pre svega u zaveštanju vrednosti, što ukazuje da je netaknuto okruženje vredno da se sačuva za buduće generacije, kao i u smislu vizije održivog razvoja. Zato je bitno da se ne zanemare ove vrednosne kategorije, naročito u slučaju ekološke štete koja je izazvana danas, ali će dovesti do gubitaka u dalekoj budućnosti.

U šestom koraku, rezultat procene ekološke štete procenjuje se u novcu. U tom cilju, treba slediti sledeće pojedinačne korake:

- » Oštećenje upotrebnih vrednosti mora biti ubačeno u ekonomske troškove ili komunalne kategorije;
- » To može biti od značaja za ekonomsku procenu da li kvantifikovani ciljevi kvaliteta životne sredine, ekološki akcioni ciljevi ili ekološki standardi - postoje u pogledu razmatranih izvora uticaja na životnu sredinu i/ili uticaja same životne sredine. Ako se ovi ciljevi koriste kao aršin za procenu, treba da budu opisani;
- » Odabrati pravu metodu ekonomske procene za kategorije troškova i koristi koje treba da se procenjuje.

- » Postoje neke vrste štete koje se mogu proceniti samo kombinovanjem dve ili više metoda. Ovo uključuje rizik od dvostrukog brojanja (procenjivanje);
- » Normativne pretpostavke ekonomske procene (popusti, rizici itd) treba opisati i obrazložiti;
- » Preporuka - izvršavanje proračuna osetljivosti kako bi se ukazalo na zavisnost od rezultata na pretpostavke;

Takođe je važno istaći koje vrste štete po životnu sredinu ne mogu biti podvrgnute ekonomskoj proceni. Stepen takvih efekata treba da postoji u kvalitativnom smislu.

Prezentacija i tumačenje rezultata predstavlja završni korak u sprovođenju plana ERM rešenja. U okviru ovog koraka važno je da se na kvalitetan i krajnje sistematizovan način objave rezultati i njihova prezentacija. Prikazivanje rezultata ERM rešenja treba predstaviti odvojeno prema vrstama štete, kao i prema različitim metodama procene. Svaki metod provene potrebno je detaljno i eksplicitno opisati. Takođe u proceni rezultata veoma je važno da li se procene odnose na troškove za smanjenje štete, troškove neizbegavanja ekološke štete, ili troškove izbegavanja/mogućnosti. Pri tumačenju rezultata, treba da budu uzeti u obzir sledeći aspekti:

- » Interpretacija rezultata za potrebe problema koji je razmatran;
- » Razvrstana prezentacija rezultata (prema vrstama štete, grupi odgovornih aktera, itd);
- » Procena koliko su kompletno obuhvaćene vrste štete u kontekstu cilja;
- » Opis i kvalitativno predstavljane efekata koji nisu podvrgnuti ekonomskoj proceni;
- » Prezentacija primenjenih aršina (ciljeva kao okvir za procenu) i pristupa proceni;
- » Uticaj pretpostavki na rezultat (rezultati analiza osetljivosti, npr. za različite diskontne stope, za različite ciljeve ako se primenjuje pristup standardne cene);
- » Opis varijacije u rasponu od procene, navodeći potvrđene donje granice.
- » Ekonomska procena ekološke štete predstavlja poslednji korak u analizi i prikazuje širok spektar uticaja na životnu sredinu na istoj osnovi, odnosno prema novčanim jedinicama.

5.6. AKCIONI PLAN ZA SPROVOĐENJE *BROWNFIELD* LOKACIJA JP EPS SA PREDLOGOM MERA ZA IMPLEMENTACIJU

IDEO: STRATEŠKE INICIJATIVE I AKCIJE

INICIJATIVA 1.	Jačanje komunikacije i kontakata između zainteresovanih strana
Akcija 1.1:	Definisanje ciljeva programa <i>brownfield</i> lokacija
Akcija 1.2:	Konsolidacija resursa i instrumenata na raspolaganju radi promocije ocenjivanja, čišćenja i trajne ponovne upotrebe <i>brownfield</i> lokacija
Akcija 1.3:	Priprema kataloga sa opcijama za obnovu <i>brownfield</i> lokacija
INICIJATIVA 2.	Obezbeđivanje ciljne podrške putem formiranja <i>brownfield</i> ekspertnog tima
Akcija 2.1:	Formiranje <i>brownfield</i> ekspertnog tima
Akcija 2.2:	Istraživanje mogućnosti za tehničku pomoć <i>brownfield</i> donacija
Akcija 2.3:	Razvijanje Vodiča za najbolju praksu
INICIJATIVA 3.	Istraživanje i evaluacija <i>brownfield</i> lokacija kako bi se olakšala njihova revitalizacija
INICIJATIVA 4.	Stvaranje partnerstva za promovisanje investicija i održivo korišćenje <i>brownfield</i> lokacija
Akcija 4.1:	Promovisanje održivosti i održive prakse <i>brownfield</i> lokacija
Akcija 4.2:	Pokretanje i podrška programa projekata „Ekoremedijacioni plan <i>brownfield</i> investicionih lokacija JP EPS“
Akcija 4.3:	Podrška za ponovnu upotrebu <i>brownfield</i> od vlasnika malih preduzeća
Akcija 4.4:	Pilot projekti i promocija više optimalnih <i>brownfield</i> tehnika revitalizacije
Akcija 4.5:	Saradnja sa Agencijom za zaštitu životne sredine u cilju promovisanja inicijativa
Akcija 4.6:	Promovisanje primera dobre prakse kroz seriju sesija o <i>brownfield</i> lokacijama

U okviru strateških aktivnosti akcionog plana važno je obezbediti i:

1	Jačanje komunikacije i kontakata između zainteresovanih strana
2	Ciljnu podršku putem formiranja <i>brownfield</i> ekspertnog tima
3	Istraživanje i izvršavanje evaluacije <i>brownfield</i> lokacija kako bi se olakšala njihova revitalizacija
4	Stvaranje partnerstva za promovisanje investicija i održivo korišćenje <i>brownfield</i> lokacija

Inicijativa 1. Jačanje komunikacije i kontakata između zainteresovanih strana

Dok je generalni *brownfield* program ostvario priznanje, elementi programa nisu tako poznati širom interesnih grupa. Zajednice nisu svesne koja su raspoloživa sredstva/alati za rešavanje ove vrste imovine. Razvoj i sprovođenje ciljane komunikacije i promovisanje akcionog plana za program *brownfield* lokacija će povećati svest o alatima i sredstavima koja su na raspolaganju. Ovaj pristup se mora graditi na intenzivnoj saradnji više učesnika, među kojima su najznačajniji naručioci ERM rešenja, kompanije koje poseduju iskustva u realizaciji i sprovođenju ERM aktivnosti, pouzdana i kvalitetna merenja koja su relevantna za revitalizaciju *brownfield* lokacija. Ovaj plan obuhvata sledeće radnje:

AKCIJA	NAZIV AKCIJE	OPIS AKCIJE
1.1.	Definisanje ciljeva programa <i>brownfield</i> lokacija	Potrebno je razjasniti specifične ciljeve za program <i>brownfield</i> lokacija i uspostaviti mehanizme da se realizuju ovi ciljevi za poboljšanje, čišćenje i kasnije revitalizaciju kontaminiranih lokacija. Komunikacija može uključiti brošure, biltene, izveštaje i primere dobre prakse na veb sajtu . Prilagođeno prema specifičnim ciljnim grupama (<i>npr države, lokalne zajednice, investitori, mali biznis</i>), ovi proizvodi će podići svest o ciljevima programa i resursnim potencijalima <i>brownfield</i> lokacija .

1.2.	Konsolidacija resursa i instrumenata na raspolaganju radi promocije ocenjivanja, čišćenja i trajne ponovne upotrebe <i>brownfield</i> lokacija	Takvi resursi i sredstva mogu se naći u raznim programima koji se bave <i>brownfield</i> lokacijama i drugim sanacijama i/ili revitalizacijskim aktivnostima. Konsolidacija resursa u centralnoj lokaciji (baza podataka na web sajtu) će olakšati da se identifikuje potreba za novim alatima i resursima koji mogu biti od vrednosti za <i>brownfield</i> zainteresovane strane.
1.3.	Priprema kataloga sa opcijama za obnovu <i>brownfield</i> lokacija (veza – Inicijativa 3.)	Neophodno je identifikovati više opcija za <i>brownfield</i> lokacije i razviti katalog resursa kako bi se prikazala potencijalna ponovna upotreba. Katalog će uvažiti primere uspešne revitalizacija <i>brownfield</i> lokacija , uključujući i održiva ili "zelena" čišćenja i strategiju ponovne upotrebe. Katalog će omogućiti zainteresovanim stranama da odrede najkorisnije ostvarive upotrebe <i>brownfield</i> lokacija u svojim zajednicama.

Inicijativa 2. Obezbediti ciljnu podršku putem formiranja *brownfield* ekspertnog tima

Braunfield lokacije predstavljaju jedinstvene izazove za programe obnove. Mnoge od ovih lokacija su male i široko rasprostranjene po celoj zajednici i geografskim regionima. Sa jedinstvenim izazovima zagađenja neophodno je da se oformi *brownfield* ekspertni tim, koji je potreban za analizu, procenu, i izradu projekta za ponovnu upotrebu ovih resursa. Saradnja sa lokalnim entitetima će takođe pomoći da se bolje razume priroda i obim problema implementacije *brownfield*. Da bi se zadovoljile potrebe, ovaj plan obuhvata sledeće radnje:

AKCIJA	NAZIV AKCIJE	OPIS AKCIJE
2.1.	Formiranje <i>brownfield</i> ekspertnog tima	Jasnija identifikacija predstavnika EPS-a o timu zaposlenih koji će u saradnji sa istraživačkim kućama obezbediti kvalitetan <i>brownfield</i> ekspertni tim i služiti kao kontakt tačka u okviru EPS-a, kao i spoljnim zainteresovanim stranama. Uspostaviti jedinstvenu kontakt tačku , koja će pomoći akterima, povezujući ih sa odgovarajućim stručnjacima i raspoloživim resursima kako bi pomogli u prevazilaženju prepreka za revitalizaciju i ponovnu upotrebu <i>brownfield</i> lokacija.
2.2.	Istraživanje mogućnosti za tehničku pomoć	JP EPS će nastojati da podstakne konsalting podršku timovima da svoje usluge stave na raspolaganje <i>brownfield</i> projektima

	<i>brownfield</i> donacija i udruženih konsultantskih timova sa ciljem ostvarivanja <i>brownfield</i> napora JP EPS	revitalizacije, koji se suočavaju sa jedinstvenim izazovima. Timovi će pomoći u: planiranju terenskih aktivnosti, identifikaciji strategije ponovne upotrebe, izradi planova za sanaciju.
2.3.	Razvijanje Vodiča za najbolju praksu da se pomogne zajednicama koje žele da razviju <i>brownfield</i> lokacije	Oslanjajući se na iskustva iz uspešnih projekata istaći će se smernice o tome kako da se balansira između imovinskih interesa sa potrebama zajednice i krajnjih korisnika <i>brownfield</i> lokacija. Konkretno, sposobnosti da prepoznaju ove lokacije, u kontekstu okolnih korišćenja zemljišta, će poboljšati koordinaciju između <i>brownfield</i> inicijativa i tekućih napora zajednice za obnavljanjem. Vodič će obezbediti praktične alate i savete i biće korisan za zainteresovane strane kako na državnom i lokalnom nivou, tako i u privatnom sektoru.

Inicijativa 3. Istražiti i izvršiti evaluaciju *brownfield* lokacija kako bi se olakšala njihova revitalizacija

Brownfield lokacije koje su „neočišćene“ predstavljaju propuštenu priliku za ekonomski razvoj i unapređenje kvaliteta života lokalnog stanovništva. Čišćenje i reaktiviranje takvih lokacija može pretvoriti očigledan problem u dobit. Obnovljen *brownfield* može da stimuliše ekonomiju, sačuva zelene površine i obezbedi priliku za obnovu okoline.

Najčešće prepreke za reaktiviranje ovih područja su odgovornost koja se preuzima za njihovo čišćenje, kao i neizvesnost troškova vezanih za dekontaminaciju. *Brownfield* lokacije mogu naškoditi ljudskom zdravlju i „zdravlju“ okoline, ograničiti rast zaposlenosti, ekonomski razvoj i poreske prihode, smanjiti vrednost okolnih nekretnina i povećati stopu kriminala. Grad može da obnovi aktivnu upotrebu ovih područja, poveća zaposlenost i poreske prihode, ublaži brige o javnom zdravlju i zaštiti zdravlja, kao i da poboljša sliku zajednice. Na osnovu mnogih istraživanja, već je utvrđeno da Srbija ima dobar nacionalni okvir za rešavanje problema *brownfield* lokacija. Danas, sa fokusom na održivom razvoju, javljaju se nove prilike.

AKCIJA	NAZIV AKCIJE	OPIS AKCIJE	
		ASPEKTI REVITALIZACIJE	EKOLOŠKI ASPEKTI
3.1.	Sistematizacija podataka	Analiza postojećeg prostornog plana	Analiza trenutne situacije, obrada dostupnih podataka (nivo i jačina kontaminacije)

		Potreba buduće namene Popis i opis pojedinačnih lokacija u industrijskoj zoni Identifikacija u geografskom informacionom sistemu i pribavljanje dokumentacione osnove predašnjeg stanja GIS pozicioniranje	Ekološki status pojedinačnih lokacija u okviru projektnog obrasca i propisanog sadržaja Pribavljanje dokumentacione osnove predašnjeg stanja za određivanje ekološkog profila lokacija i ocenu aktuelnog ekološkog stanja
		Komunikacija i konsultacije sa zainteresovanim stranama oko koncepta razvoja i dostupnih podataka u vezi zaštite životne sredine	

AKCIJA	NAZIV AKCIJE	OPIS AKCIJE	
		ASPEKTI REVITALIZACIJE	EKOLOŠKI ASPEKTI
3.2.	ERM projekti	Utvrđivanje prethodnih razvojnih koncepata i procena opravdanosti različitih varijanti • ciljevi • prioriteti	74. analiza mogućih uticaja na životnu sredinu sa predlogom mera zaštite i monitoring planom na nivou prethodne studije opravdanosti
		Utvrđivanje konkretnih ciljeva sanacije, uzimanje u obzir postojećih razvojnih koncepata; uključivanje zainteresovanih strana i utvrđivanja spremnosti da se preuzmu rizici	
3.3.	Studije opravdanosti	Mogućnost finansiranja i investiranja varijanti – detaljna procena razvojnih mogućnosti Identifikacija glavnih zainteresovanih strana ("stakeholders") Procena dobiti usled promena u vrednosti ekosistema Definisanje međusobnih prava i obaveza sadašnjih i potencijalnih korisnika prirodnih resursa	Različite varijante sanacije i njihova ocena u kontekstu uticaja na životnu sredinu Definisanje uže i šire zone primene ERM plana Procena svih relevantnih vrednosti prirodnih resursa (direktnih, indirektnih) Procena negativnih efekata (šteta) do kojih možedoći u slučaju da se ERM plan ne sprovodi
		Varijanta revitalizacije i sanacije detaljno se planira, troškovi podrobno izračunavaju; javnost se obaveštava o metodologiji izbora	
3.4.	Mere implemen-tacije	Izvođenje radova na revitalizaciji lokacije	Sprovođenje sanacije lokacije i praćenje rezultata

Inicijativa 4. Stvaranje partnerstva za promovisanje investicija i održivo korišćenje *brownfield* lokacija

Izazovi ubrzavanja i proširenja revitalizacije *brownfield* lokacija zahteva:

» saradnju i formiranje *brownfield* ekspertnog tima;

- » stvaranje novih i ojačanih partnerstava;
- » stvaranje novih pristupa i modela za procenu, čišćenja, i održivu ponovnu upotrebu brownfield lokacija.

Takva saradnja svakako podrazumeva koordinaciju među državnim, lokalnim i privatnim nivoima preko kreiranja novih pristupa i modela sanacije, revitalizacije brownfield lokacija, i programa ekonomskog razvoja.

Partnerstvo treba da obuhvati državne i privatne kompanije. Takva partnerstva mogla bi da promovišu koordinaciju regulatornih programa, smanjenje broja administrativnih procedura, kao i analizu za realizovanje multifunkcionalnih rešenja i podelu rizika. Pored toga, javno-privatna partnerstva bi mogla više slediti razvoj „javnog interesa“.

Priroda brownfield lokacija ukazuje na to da postoje mogućnosti za jedinstvena partnerstva u cilju ponovnog razvoja aktivnosti na ovim lokacijama. Može se proširiti krug partnerstva i uspostaviti još efikasniji modeli za brownfield revitalizaciju. Ovaj plan obuhvata sledeće radnje kako bi se stvorila partnerstva i promovisala ulaganja u brownfield lokacije:

AKCIJA	NAZIV AKCIJE	OPIS AKCIJE
4.1.	Promovisanje održivosti i održive prakse brownfield lokacija	Promovisanje održivosti kroz brownfield programe. Takva promocija uključuje predstavljanje pilot projekata . Takva pažnja će ojačati postojeće partnerstvo i inicijative za pametan rast. Promovisanje "zelenih tehnologija" koje su i energetski efikasne i ekološki prihvatljive. Konsultacije sa svojim akcionarima i razvijanje dodatnih alata, resursa i partnerstava koje podstiču održive prakse (npr. zeleni razvoj).
4.2.	Pokretanje i podrška programa projekata "Ekoremedijacioni plan brownfield investicionih lokacija JP EPS"	Podrška da se otvore nove projektne inicijative podrazumeva nekoliko jedinstvenih partnerstva, sa kompanijama, neprofitnim organizacijama i organizacijama u oblasti očuvanja životne sredine. U nastojanju da se dodatno upotrebe prilike, ova akcija će promovisati transformaciju brownfield lokacija.
4.3.	Podrška za ponovnu upotrebu brownfield lokacija	Kroz terenske aktivnosti i partnerstva , promovisaće se ponovna upotreba brownfield lokaliteta
4.4.	Pilot projekti i promocija više optimalnih brownfield tehnika revitalizacije	Razvijanje javno-privatnog partnerstva sa zainteresovanim subjektima u privatnom sektoru, zajednicama, ekonomski razvoj i planiranje u zajednici. Cilj partnerstva bi bio da se istraže tehnike za efikasnu i isplativu procenu, čišćenje i monitoring brownfield lokacija . Zajednice u kojima se ove lokacije nalaze imaće koristi tako što će im se omogućiti ponovna upotreba brownfield lokacija. Državni i lokalni regulatori će imati priliku da prikažu svoje administrativne i tehničke procese i testiraju nove tehnike i pristupe za procenu i čišćenje ovih lokacija.

		Rezultati i naučene lekcije iz ovih projekata biće promovisane svim zainteresovanim stranama za <i>brownfield</i> lokacije.
4.5.	Saradnja sa Agencijom za zaštitu životne sredine	Ekološki odgovorna ponovna upotreba i inicijativa revitalizacije <i>brownfield</i> lokacija ima za cilj da promoviše održivi razvoj. Inicijativa se oslanja na jaka partnerstva s ciljem promovisanja ekološki superiornog razvoja.
4.6.	Promovisanje primera dobre prakse kroz seriju sesija o <i>brownfield</i> lokacijama	Razni mehanizmi će biti na raspolaganju kako bi se olakšala saradnja između državnog, javnog i privatnog sektora. Organizovanje i sprovođenje sesija će pomoći da se izgradi rastuća mreža potencijalnih brownfield investitora i ekspertnih timova i da se stvore modeli za održivu praksu revitalizacije <i>brownfield</i> lokacija.

II DEO: MATRICA ZA BRAUNFILD LOKACIJE

U okviru ovog dela neophodno je definisati adekvatne podatke koji se odnose na sve objekte JP EPS-a u kojima je neophodno izvršiti program ekoremedijacije i sanacije. Podatke o lokacija treba na sistematizovan i jedinstven način obraditi i okarakterisati. Za to se predlaže formiranje matrica u kojim bi se našli odgovarajući podaci o:

1. Prostornim parametrima
2. Identifikacionim parametrima
3. Parametrima reaktivacije
4. Ograničavajućim parametrima
5. Akcionim planom *brownfield* investicije

TENT A - MATRICA ZA BRAUNFILD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Ogranak TENT
1.2	Naziv	Organizaciona celina TENT A
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	433325
	Y	4946772
1.4	Nadmorska visina	77m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Aluvijalni nanosi
1.6	Blizina naselja	Urovci 1,6 km Obrenovac 3 km

1.7	Blizina izvorišta	Vić bara - Zabrežje - 5 km
1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	
1.10	Blizina prirodnih dobara	Zaštićeno područje "Obrenovački zabran" 6,5 km
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Nalazi se na obali Save

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Industrijsko postrojenje za proizvodnju električne energije Odlaganje pepela
2.2	Prethodni status	Poljoprivredno zemljište
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	B
2.5	Vrsta degradacije	industrijsko zagađenje zagađenje pepelom i šljakom
2.6	Kvalitativne analize	<u>postoje</u> ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrše se kontinualna osmatranja kvaliteta pepela, zemljišta, vazduha, podzemnih i površinskih voda

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Postoji tehnička dokumentacija
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Prostorni plan Republike Srbije planovi nižeg reda
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Termoelektrana u radu
3.5	Procenjena investiciona vrednost	
3.6	Prethodni interesi	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Modernizacija tehnološkog procesa proizvodnje električne energije, modernizacija prečišćavanja dimnih gasova, modernizacija sistema upravljanja otpadom, rekultivacija pepelišta i jalovišta
3.9	Ekoremedijacijske mere	
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	
3.11	Ekonomska valorizacija nakon remedijacije	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	Blizina pepelišta naseljima Krtinska i Urovci
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Parcijalno industrijsko zagađenje (zagađenje niklom, hromom, arsenom itd) Zagađenje uzrokovano odlaganjem pepela i šljake (teški metali, nitrati, nitriti, hloridi itd)
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	Postoje 3 kasete pepelišta: jedna aktivna, a dve rekultivisane i zatravljene
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	Zemljište ugroženo u zonama devastacije uljima (industrijski koloseci, mazutna stanica, skladište mazuta i sl)
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana transportom i pripremom osnovne sirovine, otpadnim materijama, odlaganjem pepela i šljake

4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Lokalitet TENT "A" ni u ekstremnim poplavama 2014. g. nije bio poplavljen. Osnovne emisije u vode su rN, amonijum jon, nitriti, nitrati, hloridi, sulfati, suspendovane materije, ukupni azot, fenoli, cink, bakar, arsen, mineralna ulja, NRK i VRK ₅
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Emisije i imisije zagađujućih materija imaju veliki uticaj na životnu sredinu zbog prisustva teških metala i štetnih jedinjenja (oksidi azota, SO ₂ , CO, HF, H ₂ S) u dimnim gasovima
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	Kao industrijsko postrojenje sa izraženim emisijama ima značajan uticaj na biodiverzitet, posebno u pravcu duvanja vetrova. Zapaženo je oboljenje listova kod različitih vrsta biljaka (beli bor, dunja, kultivisane vrste)
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Postrojenje ima status IPPC postrojenja
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju Pepelišta vrše kontinuiranu degradaciju podzemnih voda
4.11	Infrastrukturna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

TENT B - MATRICA ZA BRAUNFIELD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Ogranak TENT
1.2	Naziv	Organizaciona celina TENT B
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	421123
	Y	4945132
1.4	Nadmorska visina	78,5m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Aluvijalni nanosi
1.6	Blizina naselja	Ušće 2,7 km Skela 4 km
1.7	Blizina izvorišta	-
1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	
1.10	Blizina prirodnih dobara	
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Nalazi se na obali Save

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Industrijsko postrojenje za proizvodnju električne energije
2.2	Prethodni status	-
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	B
2.5	Vrsta degradacije	industrijsko zagađenje
2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrše se kontinualna osmatranja kvaliteta zemljišta, vazduha, podzemnih i površinskih voda

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Usaglašeno sa svim planovima nižeg reda
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Termoelektrana u radu
3.5	Procenjena investiciona vrednost	
3.6	Prethodni interesi	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Modernizacija tehnološkog procesa proizvodnje električne energije, modernizacija prečišćavanja dimnih gasova, modernizacija sistema upravljanja industrijskim otpadom, rekultivacija pepelišta i jalovišta
3.9	Ekoremedijacijske mere	

3.10	Ekološka remedijacije	valorizacija	nakon	
3.11	Ekonomska remedijacije	valorizacija	nakon	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Parcijalno industrijsko zagađenje (zagađenje niklom, hromom, arsenom itd)
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posljedica prirodnih uslova i uslova devastacije	Zemljište ugroženo u zonama devastacije uljima (industrijski koloseci i sl)
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana transportom i pripremom osnovne sirovine, otpadnim materijama i sl.
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Lokalitet TENT "B" ni u ekstremnim poplavama 2014. g. nije bio poplavljen. Podzemne vode na lokalitetu postrojenja nisu ugrožene radom postrojenja.
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Emisije i imisije zagađujućih materija imaju veliki uticaj na životnu sredinu zbog prisustva teških metala i štetnih jedinjenja (SO ₂ , CO, N) u dimnim gasovima
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	Kao industrijsko postrojenje sa izraženim emisijama ima značajan uticaj na biodiverzitet, posebno u pravcu duvanja vetrova. Zapaženo je oboljenje listova kod različitih vrsta biljaka (beli bor, dunja, kultivisane vrste)
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Postrojenje ima status IPPC postrojenja
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju
4.11	Infrastrukturna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

TE KOLUBARA – MATRICA ZA BRAUNFILD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Veliki Crljeni
1.2	Naziv	Ogranak TENT, Organizaciona celina TE Kolubara A
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	443842
	Y	4925545
1.4	Nadmorska visina	95m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Peskovi i gline gornjeg pont (pliocen), kvartarni šljunkovi
1.6	Blizina naselja	Baroševac, Rudovci, Mali Crljeni, Zeoke, Burovo, Medoševac, Strmovo i Prkosava
1.7	Blizina izvorišta	Vodovodni sistem Lazarevac Vodovodni sistem Veliki Crqeni Vodovodni sistem Vreoci Vodovodni sistem Medoševac Vodovodni sistem Tamnava-Istok 1 i 2 Vodovodni sistem Kalenić - TE-TO (u izgradnji)
1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	železnička pruga Beograd - Požega i industrijske pruge Vreoci - Stubline i Rudovci - Vreoci - Veliki Crljeni
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	Arheološki lokaliteti iz praistorije (Rudovac i Veliki Crljeni). Arheološki lokaliteti iz rimskog perida u Velikim Crljenima, Rudovcima i Stepojevcu.
1.10	Blizina prirodnih dobara	-
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Lokalitet se nalazi u aluvionu reke Peštan

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Termoelektrana Pepelišta
2.2	Prethodni status	-
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	A, B
2.5	Vrsta degradacije	Industrijski objekti Industrijska i rudarska zagađenja
2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrše se kontinualna osmatranja kvaliteta zemljišta, vazduha, podzemnih i površinskih voda

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Prostorni plan Kolubarskog lignitskog basena
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Područje ima srednje potencijale za poljoprivredu. Područje ima visoke potencijale za eksploataciju mineralnih sirovina.
3.5	Procenjena investiciona vrednost	
3.6	Prethodni interesi	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Modernizacija tehnološkog procesa proizvodnje električne energije, Modernizacija prečišćavanja dimnih gasova, Modernizacija sistema upravljanja industrijskim otpadom, Rekultivacija pepelišta i jalovišta
3.9	Ekoremedijacijske mere	Redizajn procesa rekultivacije deponije pepela, razvoj energergetskog šumarstva
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	Područje ima nizak potencijal za zaštitu prirode.
3.11	Ekonomska valorizacija nakon remedijacije	Ostaci degradiranih šuma imaju nizak potencijal za šumarstvo. Potencijal prostora za rekreaciju je procenjen kao nizak

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	Napredovanje kopova uzrokuje izmeštanje okolnih naselja
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Nije pogodno za proizvodnju hrane
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	Zemljište ugroženo u zonama devastacije uljima (industrijski koloseci i sl)
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana transportom i pripremom osnovne sirovine, otpadnim materijama, pepelom i šljakom
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Negativan uticaj usled kontaminacije površinskih otpadnih voda iz pomoćnih rudarskih aktivnosti usled prosipanja goriva i maziva.
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Emisije/imisije zagađujućih materija su predmet redovnog monitoringa
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	Uništavanjem prirodne vegetacije uništena su i prirodna staništa mnogih životinja i ptica.
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Postrojenje ima status IPPC postrojenja
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju
4.11	Infrastrukturalna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

TE MORAVA – MATRICA ZA BRAUNFILD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Svilajnac
1.2	Naziv	Ogranak TENT Organizaciona celina TE Morava
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	512989
	Y	4896759
1.4	Nadmorska visina	103m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Aluvijalna ravan Velike Morave
1.6	Blizina naselja	Svilajnac
1.7	Blizina izvorišta	
1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	železnička pruga Beograd - Niš - Sofija auto put Beograd-Niš
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	
1.10	Blizina prirodnih dobara	-
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Lokalitet se nalazi oko 300 m od reke Velike Morave

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Termoelektrana Pepelište
2.2	Prethodni status	poljoprivredno zemljište
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	A, B
2.5	Vrsta degradacije	Industrijska i rudarska zagađenja Pepelište
2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Mere praškaste materije, SO ₂ , NO ₂ i CO ₂ kvalitet ispuštenih otpadnih voda kontrola radioaktivnosti merenje buke.

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Planovi nižeg reda
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Blizina putne i železničke infrastrukture
3.5	Procenjena investiciona vrednost	
3.6	Prethodni interesenti	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Ekoremedijacija pepelišta Modernizacija tehnološkog procesa proizvodnje električne energije, Modernizacija prečišćavanja dimnih gasova, Modernizacija sistema transporta pepela i šljake Rekultivacija pepelišta
3.9	Ekoremedijacijske mere	
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	
3.11	Ekonomska valorizacija nakon remedijacije	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Pepelište vrlićine 45 ha
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	Zemljište ugroženo ekstremno visokim nivoima reek Velike Morave
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana pepelom i šljakom
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Negativan uticaj usled kontaminacije površinskih i podzemnih voda polutantima sadržanim u pepelu i šljaci
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Registrovane emisije azota (NO _x), sumpor dioksida (SO ₂), ugljen monoksida(CO), fluor vodonika (HF), hlorovodonika (HCl) i praškastih materija
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Postrojenje u kategoriji IPPC postrojenja, elaborat nije urađen
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju Poseban problem predstavlja pepelište u blizini Velike Morave
4.11	Infrastrukturna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

TE KOSTOLAC A i B - MATRICA ZA BRAUNFILD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Kostolac - Požarevac
1.2	Naziv	Ogranak TE KO Kostolac Organizaciona celina TE Kostolac A
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	513620 (A), 516608 (B)
	Y	4952210 (A), 4953054 (B)
1.4	Nadmorska visina	78m (A), 76m (B)
1.5	Geološki sastav zemljišta	Sedimenti panona izgrađeni su od glina, laporaca, peskova, alevrita, šljunkova, ugljevitih glina i uglja 1 okviru pontskih naslaga izdvojene su glinovito-peskovita 1erija i glinovita serija sa tri sloja uglja. Donji pliocen (Roman) zastupljen je na delu istražnog prostora između ponta i kvartarnih lesnih naslaga. Izgrađen 1 je od klastičnih sedimenata šljunak, pesak, alevrit i glina dostižući maksimalno 120 m debljine
1.6	Blizina naselja	Kostolac, Drmno, Klenovnik, Bradarac, 1irikovac, Kličevac
1.7	Blizina izvorišta	Grad Kostolac snabdeva se iz izvorišta „Lovac“ koje je locirano u neposrednoj 1izini termoelektrane Kostolac A Vodovodni sistem Bradarac koristi se za vodosnabdevanje kopa Drmno i sela Bradarac Izvorište Zabela u neposrednoj blizini KPD, Potencijal 19 izvorište Petka, na desnoj obali Dunavca, definisano kao budući lokalitet za vodosnabdevanje Kostolca i okolnih naselja.

1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da ¹
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	Crkva Svetog Georgija u Starom Kostolcu, oko 1,8 km severozapadno od lokacije TE- ¹ O B Rukumija – arheološki ¹ jekat iz bronzanog doba i manastir, nalazi se u blizini sela Bradarac, 5 km južno od ¹ jekta TE Kostolac B. Na užem području termoelektrane nalazi se Viminacijum – lokalitet u blizini sela Stari Kostolac i Drmno koji predstavlja staro vojno i civilno naselje iz rimskog perioda.
1.10	Blizina prirodnih dobara	-
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Lokalitet se nalazi neposredno na ušću reke Mlave u Dunav; tok Mlave je izmenjen i regulisan za potrebe TE

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Površinski kopovi Drmno i Ćirikovac Termoelektrane A i B Pepelišta
2.2	Prethodni status	poljoprivredno zemljište
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	A, B, C
2.5	Vrsta degradacije	Površinski kopovi Jalovišta Industrijska i rudarska zagađenja Pepelišta

2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrši se redovna kontrola zagađenja vazduha Ispitivanje kvaliteta zemljišta se vrši dva puta godišnje u vegetacionom i nevegetacionom periodu Kontrola kvaliteta otpadne vode vrši se jednom mesečno na 19 mernih mesta, a podzemnih voda četiri puta godišnje u 9 piježometara i to 6 u deponiji pepela SKO i 1 i tri na novoj deponiji pepela unutrašnje odlagalište PK Ćirikovac.

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Prostornim planom područja posebne namene Kostolačkog ugljenog basena; Prostornog plana područja Termoelektrane „Drmno“
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Blizina putne i železničke infrastrukture Blizina obale Dunava
3.5	Procenjena investiciona vrednost	
3.6	Prethodni interesenti	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Ekoremedijacija jalovišta, napuštenih površinskih kopova i pepelišta Modernizacija tehnološkog procesa proizvodnje električne energije, Modernizacija prečišćavanja dimnih gasova, Modernizacija sistema upravljanja industrijskim otpadom, Rekultivacija pepelišta i jalovišta
3.9	Ekoremedijacijske mere	
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	
3.11	Ekonomska valorizacija nakon remedijacije	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Količine teških metala (Pb, Cd, As) uglavnom ne prelaze dozvoljene vrednosti za biljni svet. Jedino je sadržaj kadmijuma na nekim lokalitetima (Ostrovo, Čevac, Stig) bio nešto veći od 1 ppm. Količina ukupnog olova u ispitanoj zemljišti je dosta ujednačena i daleko je ispod dozvoljene vrednosti. Sumirajući rezultate istraživanja zemljišta može se zaključiti da ispitivano područje nije zagađeno većinom teških metala. Kao izraženiji polutant se javlja Ni, čiji je visok sadržaj u velikoj meri uslovljen geohemijskim sastavom matičnog supstrata, a u dva uzorka As i Cr.
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	Zemljište ugroženo ekstremno visokim nivoima reka Dunava, Mlave i Velike Morave Posle kiša velikog intenziteta dolazi do formiranja većih zabarenih površina koje veoma dugo egzistiraju na površini
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana površinskom eksploatacijom uglja, jezerima formiranim za potrebe rada TE, pepelom i šljakom i industrijskim otpadom
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Negativan uticaj usled kontaminacije površinskih i podzemnih voda polutantima sadržanim u pepelu i šljaci zahteva: prihvatanje atmosferske vode koje gravitiraju radnom području kopa, pre nego što ga ugroze i odvod u najbliže postojeće stalne ili povremene vodotokove van granica kopa; usmeravanje atmosferskih voda koje direktno padnu u radno područje kopa do mesta namenjenog za prikupljanje istih (vodosabirnici); odstranjivanje prikupljene vode iz vodosabirnika van radnog područja rđinskog kopa.
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Na osnovu rezultata prikazanih u Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu, konstatuje se da uvođenje sistema za odsumporavanje dimnih gasova ima

		izuzetan značaj i zaključuje se da postrojenje svojim radom neće dovesti do prekoračenja graničnih vrednosti opisanih Uredbom
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	Otpadne vode koje će se nakon prečišćavanja na centralnom postrojenju upuštati u recipijent, neće bitnije uticati na vodu Mlave i prisutne hidrobionte i neće ugroziti njen ekološki kapacitet. Negativni uticaj na terestričnu i akvatičnu faunu je manje izražen, jer se radi o vrstama koje će u slučaju nepovoljnih uslova migrirati tražeći povoljnije stanište, a stvorenu ekološku nišu zauzeće manje osetljive vrste
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Postrojenje u kategoriji IPPC postrojenja, Postojeća i buduća odlagališta pepela, šlake i gipsa, zbog velike površine, izloženosti vazдушnim strujanjima i veoma sitnih čestica, mogu biti izvor emisije taložnih materija ukoliko se ne budu preduzele adekvatne mere zaštite.
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju Poseban problem predstavlja pepelište na Starom Kostolačkom Ostrvu, na obali Dunava, za koje je izvršena rekultivacija, ali čiji se sadržaj i dalje proceduje u vodotok
4.11	Infrastrukturalna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	Blizina arheološkog nalazišta Viminacijum (kućno dobro od izuzetnog značaja). U slučaju da se u toku arheološkog nadzora konstatuju nepokretna dobra koja uslovljavaju obimnije radove, izmeštanje ili prezentaciju investitor treba da preduzme mere zaštite prema posebnim uslovima koje izdaje Republički zavod za zaštitu sponika kulture. U procesu raščišćavanja terena i zemljanih radova u sklopu pripreme lokacije za izgradnju, može doći do pronalazaka novih arheoloških predmeta koji pripadaju Viminacijumu.

TE-TO NOVI SAD - MATRICA ZA BRAUNFELD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Novi Sad
1.2	Naziv	Ogranak Panonske TE TO Organizaciona celina TE-TO NOVI SAD
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	412542
	Y	5013333
1.4	Nadmorska visina	81m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Aluvion Dunava (šljunkovi i peskovi)
1.6	Blizina naselja	Naselje Šangaj, Novi Sad
1.7	Blizina izvorišta	-
1.8	Infrastrukturna opremljenost i povezanost	Blizina auto puta Novi Sad - Beograd
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	-
1.10	Blizina prirodnih dobara	-
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Lokalitet se nalazi neposredno uz Dunav, pored novosadske Rafinerije

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Termoenergetsko postrojenje
2.2	Prethodni status	--
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	B
2.5	Vrsta degradacije	Industrijska zagađenja
2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrši se redovna kontrola zagađenja vazduha, otpadnih voda i merenje buke

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Planovi nižeg reda
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Blizina auto puta Novi Sad - Beograd
3.5	Procenjena investiciona vrednost	280 mil. evra (oko 550 evra/kWh)
3.6	Prethodni interesenti	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Izgradnja savremenog visokoeffikasnog gasno-parnog postrojenja ukupna snage 5 eko 450 MWel, sa visokim stepenom korisnog dejstva u proizvodnji električne energije od preko 58%, uz izdvajanje do 300 Wt toplote

3.9	Ekoremedijacijske mere	
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Oko rezervoara za mazut izgrađene su tankvane koje sprečavaju prodor zagađenja u zemljište i podzemne vode
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	-
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana radom termoenergetskog postrojenja
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Ispuštanje otpadne vode u Dunav. Programom kontrole za emisije u vodu su obuhvaćeni: amonijak, ukupni azot, suspendovane čestice, ukupni fosfor, bakar i jedinjenja bakra, kadmijum, cink, hrom, nikl, olovo i ukupni cijanidi
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Osnovne emisije u vazduh su NO _x , SO ₂ , CO i praškaste materije.
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	Otpadne vode koje se nakon prečišćavanja upuštaju u Dunav ne utiču na biodiverzitet reke.
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Neophodno je kontinuirano vršenje odgovarajućih kontrola
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju
4.11	Infrastrukturalna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

TE-TO SREMSKA MITROVICA - MATRICA ZA BRAUNFIELD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Sremska Mitrovica - Jarački put
1.2	Naziv	Ogranak Panonske TE TO Organizaciona celina TE-TO SREMSKA MITROVICA
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	393873
	Y	4979518
1.4	Nadmorska visina	83m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Aluvion Save (peskovi i šljunkovi)
1.6	Blizina naselja	Sremska Mitrovica, 2 km
1.7	Blizina izvorišta	-
1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	Blizina auto puta Šid - Beograd

	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	Arheološki lokaliteti u Sremskoj Mitrovici
1.10	Blizina prirodnih dobara	SRP Zasavica, 10 km
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Lokalitet se nalazi u industrijskoj zoni, uz fabriku hartije "Matroz" i šećeranu

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	27 rmoenergetsko postrojenje
2.2	Prethodni status	Energetski objekat za kombinovanu proizvodnju tehnološke pare i električne energije za fabriku celuloze i papira Matroz i fabriku šećera i toplotne energije u zimskom periodu. Višak električne energije isporučivao se elektroenergetskom sistemu
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	B
2.5	Vrsta degradacije	Industrijska zagađenja
2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrši se redovna kontrola zagađenja vazduha (praškaste materije, SO ₂ , NO ₂ I CO ₂), otpadnih voda i merenje buke

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Planovi nižeg reda
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Blizina auto puta Šid - Beograd i Sremska Mitrovica - Šabac 2013. g. pušten u rad objekat koji koristi biomasu (suncokretovu ljusku)
3.5	Procenjena investiciona vrednost	-
3.6	Prethodni interesi	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	Ekoremedijacija degradiranih prostora
3.9	Ekoremedijacijske mere	
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	
3.11	Ekonomska valorizacija nakon remedijacije	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Oko rezervoara za mazut izgrađene su tankvane koje sprečavaju prodor zagađenja u zemljište i podzemne vode
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	Potencijalno plavno zemljište u slučaju ekstremno visokog vodostaja reke Save
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana radom elektroenergetskog postrojenja
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Ispuštanje otpadne vode u Savu.
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija zagađujućih materija	Osnovne emisije u vazduh su NO _x , SO ₂ , CO i praškaste materije.
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	-
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Neophodno je kontinuirano vršenje odgovarajućih kontrola
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju
4.11	Infrastrukturalna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

TE-TO ZRENJANIN - MATRICA ZA BRAUNFELD LOKACIJE

1. PROSTORNI PARAMETRI

1.1	Lokalitet	Industrijska zona, Zrenjanin
1.2	Naziv	Ogranak Panonske TE TO Organizaciona celina TE-TO ZRENJANIN
1.3	Koordinate	UTM 34N WGS 84
	X	454273
	Y	5022766
1.4	Nadmorska visina	80m
1.5	Geološki sastav zemljišta	Kvartar lokalno sa pojavama pliocena (peskovi, šljunkovi, gline)
1.6	Blizina naselja	Zrenjanin
1.7	Blizina izvorišta	-
1.8	Infrastrukturalna opremljenost i povezanost	
	• Vodovod	Da
	• Kanalizacija	Da
	• Elektro mreža	Da
	• Putna mreža	Da
	• IT mreža	Da
1.9	Blizina kulturno-istorijskih spomenika	-

1.10	Blizina prirodnih dobara	-
1.11	Ostale specifičnosti lokacije	Lokalitet se nalazi u industrijskoj zoni, u blizini bivšeg kombinata "Servo Mihalj" na putu Beograd-Zrenjanin

2. IDENTIFIKACIONI PARAMETRI

2.1	Uzrok degradacije	Termoenergetsko postrojenje
2.2	Prethodni status	Podmirenje potreba industrijske zone i grada
2.3	Prethodno vlasništvo	-
2.4	Tip lokacije (A, B ili C)	B
2.5	Vrsta degradacije	Industrijska zagađenja
2.6	Kvalitativne analize	postoje ne postoje
2.6.1	(ukoliko postoje) ko je, kada i koje vrste analiza izvršio	Vrši se redovna kontrola zagađenja vazduha, kontrola otpadnih voda i kontrola čvrstog otpada

3. PARAMETRI REAKTIVACIJE

3.1	Prostorno-plansko rešenje	Prostorni plan Republike Srbije
3.2	Prostorna i planska dokumentacija	Planovi nižeg reda
3.3	Predviđena buduća namena	
3.4	Investicione pogodnosti	Korišćenje prirodnog gasa preko 85%
3.5	Procenjena investiciona vrednost	-
3.6	Prethodni interesi	
3.7	Razlog odustajanja (ako je bilo)	
3.8	Tehničko-tehnološke mere koje je neophodno preduzeti	
3.9	Ekoremedijacijske mere	
3.10	Ekološka valorizacija nakon remedijacije	
3.11	Ekonomska valorizacija nakon remedijacije	

4. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI

4.1	Ograničenja u pogledu naseljenosti	
4.2	Ograničenja u kvalitetu zemljišta (zagađenost)	Oko rezervoara za mazut izgrađene su tankvane koje sprečavaju prodor zagađenja u zemljište i podzemne vode
4.3	Ograničenja u pogledu pristupa zemljištu	-
4.4	Vodoprijemna sposobnost zemljišta kao posledica prirodnih uslova i uslova devastacije	
4.5	Poremećaji u odnosu na projektovano stanje i tehnogena zagađenja	Devastacija zemljišta izazvana radom energetskog postrojenja
4.6	Ograničenja u pogledu podzemnih voda (ugroženost podzemnim vodama i moguće zagađivanje podzemnih voda)	Ispuštanje otpadne vode u Aleksandrovački kanal
4.7	Ograničenja u pogledu emisija/imisija	Postoji jama za neutralizaciju u centru

	zagađujućih materija	pogona Hemijske pripreme vode, gde se sakupljaju sve tehnološke otpadne vode pre ispuštanja u recipijent. TE-TO poseduje postrojenje za obradu zauljenih i zamazućenih otpadnih voda Osnovne emisije u vazduh su CO, SO ₂ , NO, NO ₂ i NO _x . Vrše se redovne kontrole emisija
4.8	Ograničenja u pogledu biodiverziteta	-
4.9	Ograničenja u pogledu ekoloških uslova	Neophodno je kontinuirano vršenje odgovarajućih kontrola
4.10	Ograničenja zbog postojećih izgrađenih objekata	Izgrađeni objekti na lokaciji su u funkciji tehnološkog procesa koji se odvija na postrojenju
4.11	Infrastrukturalna ograničenja	-
4.12	Ostala ograničenja	-

III DEO: EKOLOŠKI INVESTICIONI PROGRAM I STRATEŠKE MERE ZAŠTITE

1. Promocija, revitalizacija i održivost
2. Strateške mere zaštite, očuvanja i unapređenja životne sredine
3. Procena socijalnih i ekoloških standarda održivosti investicija

U ove mere kao što je već pobrojano uključuju se aktivnosti promocije, održivosti revitalizacije određenih lokacija. Takođe, važan korak predstavljaju i strateške mere zaštite koje je neophodno preduzeti.

Strateške mere mogu se primeniti u različitim alternativama i integralno u raznim kombinacijama. Za primenu mera potrebna je politička i institucionalna volja, kao i ljudski kapaciteti na svim nivoima. Važno je istaći da je postojeći zakonski i institucionalni okvir u velikoj meri modernizovan i usaglašen sa EU.

Predlog strateških mera se daje za period od 5 i 10 godina. Grupe strateških mera treba da budu izvodljive u projektovanom periodu, bez prepreka i sa označenim nosiocima i projektovanim sredstvima.

Matrica strateških mera predstavlja podlogu za izradu akcionog plana za implementaciju strateških mera i formira se na sličan način kao i same matrice o devastiranim područjima i brownfield lokacijama. U ove mere se uključuje i procena socijalnih i ekoloških standarda održivosti ovakvih investicija što svakako predstavlja još jedan od osnova za nova i dalja istraživanja.

Na osnovu svih dosadašnjih teorijskih i eksperimentalnih razmatranja u radu evidentno je da sagledavanje, spitivanje, istraživanje i delovanje na polju ekoremedijacije devastiranih

područja i industrijskih kompleksa posle izvesnog perioda eksploatacije zahteva veoma složen i sveobuhvatan pristup. Kroz izlaganja u ovom radu a na osnovu publikovane literature, prethodnih istraživanja, kao i studije izvodljivosti i istraživanja konkretnog problema i *brownfield* lokacija EPS-a dolazise do saznanja da je moguće i nužno pravovremeno delovati kako bi se smanjio negativan uticaj rada ovakvih objekata po okolinu i kako bi se zaštitila životna sredina. U radu su na osnovu datih podataka, analize i statističke obrade opisani uticaji rada pojedinih TE postrojenja. A takode, zahvaljujući savremenim informatičkim dostignućima podaci o geografskim lokalitetima su inkorporirani u GIS informacioni sistem sa obiljem detalja i atributa čineći tako jedan veoma širokoupotrebljiv alat za različite grupe korisnika.

ZAKLJUČAK

Površinska eksploatacija rudnog bogatstva i tehnologija površinskih kopova danas suočavaju se sa brojnim negativnim pojavama. Promene sa kojima se savremeno rudarstvo suočava su sinergijsko dejstvo: ekoloških, geomorfoloških, hidrogeoloških i hidroloških promena koje bitno utiču na tehnologiju vadenja i eksploatacije ruda jer dovode do promene postojeće geografske strukture predela i ekosistema i negativno utiču na celokupan biljni i životinjski svet (floru i faunu).

Površinska eksploatacija uglja trajno i nepovratno geografsko okruženje i ekosistem u celini. U cilju da se što manje naruši životna ²⁸edina neophodno je sprovoditi sistemske i sveobuhvatne mere na rekultivaciji zemljišta, kako u toku same eksploatacije, tako i nakon zatvaranja postrojenja. Posle zatvaranja postrojenja, kopa, objekta neophodno je zagađenu površinu ¹⁰⁵prišćenu tokom eksploatacije vratiti prvobitnoj nameni ili joj „udahnuti“ novi smisao u skladu sa održivim razvojem i zaštitom životne sredine. S obzirom na činjenicu da štetne supstance mogu da budu prisutne i posle sprovedenog procesa rekultivacije, neophodno je pronaći adekvatne načine kojim će se u potpunosti eliminisati štetne materije. Najbolji način za to jeste primena ekoremedijacije i uzgajanje useva otpornih na kontaminaciju zemljišta.

Kroz tematske celine disertacije, a prema obrađenom uzorku i rezultatima istraživanja evidentno je da rešavanje problema zagađenja zemljišta, vode i vazduha izazvano dejstvom čoveka i industrije predstavlja složen i zahtevan zadatak. U rešavanju ovog složenog problema primenjuju se različiti pravci i pristupu. Radi ostvarenja napretka u zaštiti životne sredine u savremenom poslovnom okruženju važno je doneti i primeniti kvalitetan strateški okvir i plan delovanja. Primarni zadatak sastoji se u iznalaženju načina za sprečavanje daljeg gubitka zemljišta. Posredno se odmah obezbeđuje i očuvanje ekosistema i životne sredine, a

dodatno se utiče na poboljšanje aktu²⁰og stanja. Remedijacija je složen i zahtevan zadatak u koji se ubrajaju postupci: sanacije degradiranog i kontaminiranog zemljišta u industrijskim oblastima i sprovođenje mera za zaštitu od erozije. ²⁰blast zaštite životne sredine podrazumeva sprovođenje smanjenja zagađenja, merenje zagađenja, iskorišćavanje letećeg pepela i šljake, odsumporavanje dimnih gasova u TE Kostolac i TE Nikola Tesla B, odpepeljavanje TE Nikola Tesla A.

U sprovedenom istraživanju uočeno je da TE Kolubara radi sa šest elektrofilterskih postrojenja za izdvajanje dimnih gasova. Dimni gasovi, koji se ispuštaju preko tri dimnjaka, sadrže praškaste materije, CO₂, SO₂, NO_x i CO. Merena temperatura dimnih gasova na izlazu iz elektrofiltera na ulazu u sisajuće ventilatore dimnog gasa je najčešće u opsegu od 165–210 °C. Transport pepela žičarom prelazi na hidraulički transport pepela i šljake. Tada TE Kolubara postaje moderna elektrana čija snaga varira od 32 MW do 271 MW sa nizom kombinacija snaga i mogućnosti angažovanja. Danas deponija pepela i šljake TE Kolubara zauzima ukupnu površinu od 77 ha. Godišnje količine deponovanog pepela se procenjuju na osnovu utrošene količine uglja i procentualnog sadržaja pepela u uglju. Osnovne emisije u vazduh su oksidi azota (NO_x), sumpor dioksid (SO₂), ugljenmonoksid (CO), fluorovodonik (HF), hlorovodonik (HCl) i praškaste materije. Osnovni fizičko-hemijski parametri u vodi indikovani su sledećim parametrima: pH, amonijum-jon, nitriti, nitrati, hloridi, sulfati, HPK, BPK5, električna provodljivost, suspendovane materije, sedimentne materije, fosfati, ukupni azot, mineralna ulja, fenoli, cink, bakar, arsen. Drugi značajni uticaji na životnu sredinu nisu značajnije izraženi. U cilju prenamene određenih površina koje pripadaju TE Kolubara ili Rudarskom basenu Kolubara neophodno je sprovesti neku od tehnika remedijacije u cilju brže i kвалитетnije revitalizacije devastiranog područja i praćanju istog „prirodnim“ uslovima.

Na osnovu prethodno rečenog veoma je važno sprovesti kvalitetnog istraživanja ERM rešenja. Jedna takva opsežna studija izrađena je za potrebe JP EPS-a, a u svemu prema programskom zadatku sa ciljem da se kroz kvalitetnu izradu ekoremedijacionog plana za brownfield investicione lokacije JP EPS formira jedan široko upotrebljiv alat koji će biti u upotrebi prilikom dekontaminacije određenog geografskog lokaliteta a na osnovu koga se mogu dobiti brojni kvalitativni i kvantitativni faktori radi unapređenja kvaliteta životne sredine, poboljšanja uslova života i zaštite ljudi od negativnog uticaja napuštenih lokacija tj. brownfield-a. Prilikom izrade studije su korišćene podloge dobijene od investitora, dostupna nacionalna i internacionalna literatura kao i opservacije na terenu uz opširne konsultacije sa odgovornim licima predmetnih termoelektričnih objekata.

Za potrebe JP EPS formirana je adekvatna baza⁴ podataka o ovim lokacijama koja optimizovana i organizovana da sprovodi efikasno i brzo pretraživanje i pristup, a koja zajedno sa sistemom za administraciju, organizovanje i memorisanje tih podataka, čini sistem baze podataka. Sa korisničkog a⁴⁹ktа podaci su uvezani u logičnu celinu i prezentovani u sistemu na jedinstven i ureden način, što dodatno olakšava pristup i korišćenje od strane eksternih programa. Tako jednu bazu podataka može koristiti niz različitih programa, pisanih u različitim programskim jezicima. Takođe, dat je i detaljan prikaz ekološkog profila izabrane lokacije i devastiranog područja TE Kolubara. Podaci o ispitivanju zemljišta i podzemnih voda su pripremljeni tako da mogu biti inkorporirani u GIS bazu podataka. Primarno iz izveštaja su formirane EXCEL tebele, a zatim je generisana interpolacija vrednosti i formirane su karte raspodela ispitivanih parametara.

U radu, su takođe definisane su brownfield lokacije na osnovu internacionalnih standarda i legislative Republike Srbije. Dat je uniform⁵⁰ pregled ispitivanih lokacija termoelektričnih lokacija JP EPS od interesa za ovu d kao i mera koje se preduzimaju u cilju očuvanja životne sredine a koje predstavljaju preventivne mere u ERM planu. Definisan je primarna i sekundarna zona primene ERM plana sa demografskim karakteristikama. Za odabranu lokaciju TE Kolubara je dat predlog redizajna procesa rekultivacije odlagališta pepela ishljake i predlog renaturalizacije vodnih tela kao korektivne mere ERM plana.

Za zonu uticaja i zonu devastacije je izrađena Procena relevantnih vrednosti prirodnih resursa (direktni i indirektni) kroz koncept vrednovanja prirodnih resursa, ekonomski pristup vrednovanja resursa, metode vrednovanja resursa, osnovna polazišta kod primene metoda vrednovanja za vrednovanje podzemnih voda, vrednovanje površinskih voda, vrednovanje resursa vazduha, i vrednovanje resursa zemljišta. Data je procena ukupne vrednosti defanzivnih troš⁵³ova uticaja na ekosistem. Utvrđena je metodologija za procenu negativnih efekata (šteta) do kojih može doći u slučaju da se ERM plan ne sprovodi i standardizovan je postupak za ekonomsku procenu ekološke štete.

Predložene su četiri strateške inicijative akcionog plana: Jačanje komunikacije i kontakata između zainteresovanih strana, Obezbediti ciljnu podršku putem formiranja brownfield ekspertnog tima, Istražiti i izvršiti evaluaciju brownfield lokacija kako bi se olakšala njihova revitalizacija, Stvaranje partnerstva za promovisanje investicija i održivo korišćenje brownfield lokacija. izrađena je MATRICA ZA BROWNFIELD LOKACIJE koja sadrži odeljke: Prostorni parametri, Identifikacioni parametri, Parametri reaktivacije, Ograničavajući parametri. Izrađen je Akcioni plan brownfield investicije koji sadrži aktivnost, opis, prioritet, odgovorne institucije i napomenu za sve lokacije od interesa za ovu studiju.

Disertacija „Ekoreme⁸acioni plan brownfield investicionih lokacija JP EPS“ predstavlja široko upotrebljiv alat za opis stanja brownfield lokacija JP EPS sa fokusom na aktivnu GIS bazu podataka. Kao pilot lokacija je primenjena TE Kolubara. Izrađeni su odgovarajući modeli i predložen projektni obrazac tačno propisano⁸ sadržaja podataka, za svaku lokaciju koja je istraživana dat je situacioni plan i procenjen ekološki status izabrane brownfield lokacije sa ocenom aktuelnog ekološkog stanja, ekore⁸medijacioni (ERM) plan za izabranu lokaciju po zatvaranju lokacije, i napravljena dobra ekološko-ekonomska procena remedijacije izabrane lokacije kao i celokupan akcioni plan sa merama za implementaciju, koji predstavljaju značajan doprinos aktivnostima JP Elektroprivreda Srbije u oblasti očuvanja životne sredine i programiranju budućih aktivnosti nakon zatvaranja termoelektričnih postrojenja.

Široko postavljen koncept koji integriše podatke o stanju životne sredine sa posledicama njenog narušavanja otvara mogućnosti valorizacije ovih lokacija i predstavlja visokokvalitetnu bazu da dalja istraživanja.

LITERATURA

- [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, dostpno na: <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] <http://futura.edu.rs/wordpress/centar-za-ekoremedijaciju>
- [13] <http://futura.edu.rs/wordpress/centar-za-ekoremedijaciju/>
<http://www.pwrc.usgs.gov/infobase/topbib/petroleum.pdf>
- [14] <https://www.ekogea.org/problem%20otpadnih%20voda.html>
- [15] <https://www.yumpu.com/xx/document/view/5084023/ovde-ecoist/50>

- [16] 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.
- [17] Kamal, M., Ghalya, A.E., Mahmouda, N., Cote, R. (2004): Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. *Environment International* 29, 1029– 1039.
- [18] 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.
- [19] 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
- [20] P.H. Albers, An Annotated Bibliography on Petroleum Pollution. Version 2007. USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD.
- [21] 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.
- [22] Salt, D.E.; Smith, R.D. and Raskin, I. (1998): Phytoremediation. *Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology*, , Vol. 49, 643-668.
- [23] Soil Framework Directive, COM (2006).
- [24] Soil Thematic Strategy, COM (2006)
- [25] The report “Urban Sprawl – an ignored challenge”, Copenhagen, 2006
- [26] U.S. Environmental Protection Agency – USEPA – dostupno na: <https://www.epa.gov/>
- [27] U.S. EPA’s Petroleum Brownfields Action Plan: Promoting Revitalization And Sustainability, Connecticut Department of Energy and Environmental Protection (DEEP), 2008
- [28] 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
- [29] 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
- [30] Analiza pepela TENT TE Kolubara – tabelarni prikaz
- [31] Analiza pepela TENT-a – tabelarni prikaz
- [32] Dimovski, P.; Hojka, Z.; Dželetović, Ž. (2012), Uporedna tehno-ekonomska analiza primene postupka odlaganja pepela i šljake iz termoelektrana, toplana i metalurških postrojenja konvencionalnim postupcima i vraćanjem istih "na mesto nastanka" odnosno u prostore napuštenih rudnika uz prethodnu pripremu i uz upotrebu savremenih tehnologija odlaganja, rekultivacije i remedijacije i najsavremenijih metoda zaštite, *Rudarski radovi*, broj 4. str. 91 - 102.
- [33] Dragan Ugrinov, Aleksandar Stojanov, Bioremedijacija u tretmanu zagađenog zemljišta, u *Zaštita materijala* 2010, vol. 51, br. 4, str. 237-244

- [34] Dražić, G. (2010), „Biodegradacija i ekoremedijacija zemljišta u Srbiji - projektne aktivnosti fakulteta za primenjenu ekologiju "Futura"" objavljeno u: Međunarodna konferencija - degradirani prostori i ekoremedijacija str. 245 – 257
- [35] Dražić, G. (2010), Ekoremedijacije, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd
- [36] Dražić, G. (2011), Ekoremedijacije, Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura", Beograd, str. 10
- [37] Đarmati, Š.; Veselinović, D.; Gržetić, I.; Marković, D. (2006), Životna sredina i njena zaštita, Knjiga I, Beograd, str. 14-15
- [38] Izveštaj o merenju buke u 2008.
- [39] Izveštaj o početnom preispitivanju stanja životne sredine u “Panonske TE-TO” doo Novi Sad
- [40] Izveštaj o stanju životne sredine u JP Elektroprivreda Srbije za 2014. godinu
- [41] Izveštaj o stanju zemljišta u Republici Srbiji; Beograd: Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine RS, SEPA, 2009
- [42] Izveštaj stanje životne sredine u TE Kolubara za 2013. godinu
- [43] Izveštaj stanje životne sredine u TE Kolubara za 2014. godinu
- [44] Izveštaji o ispitivanju uglja i pepela
- [45] Jovanović, V.; Đurdev, B.; Srdić, Z.; Stankov, U. (2012), Geografski informacioni sistem, Univerzitet Singidunum, Beograd, str. 12
- [46] Mandal, Š.; Mihajlović-Milanović, Z.; Nikolić, M. (2010), Ekonomika energetike – strategija, ekologija i održivi razvoj, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, Beograd, str. 5
- [47] Merenje radioaktivnosti letećeg pepela u termoelektranama JP Elektroprivreda Srbije, grupa autora - rad za savetovanje
- [48] Milovanović, J. (2014)., Ekoremedijacija degradiranih prostora plantažiranjem Miskantusa, Monografija, Beograd, dostupno na: <http://www.projekti.futura.edu.rs/Publikacije/ERM%20degradiranih%20prostora%20-%20miskantus.pdf>
- [49] Miloradović, J. (2012), Rekultivacija i ozelenjavanje Kostolac, Researchgate
- [50] Milošević, D.; Nad, I.; Stojanović, V. (2014), "Zemljišta u gradovima: stanje, problemi i tehnike remedijacije", objavljeno u: Zbornik radova DGTH 43–I, str. 1 - 17.
- [51] Monografija TE Morava
- [52] Netehnički prikaz podataka na kojima se zasniva zahtev za izdavanje integrisane dozvole Osnovna provera stanja ŽS za TE TO Novi Sad
- [53] Nikić Z., Letić Lj., Nikolić V., Filipović V. 2010: Postupak proračuna režima nivoa podzemnih voda na staništu hrasta lužnjaka u ravnom Sremu. Glasnik šumarskog fakulteta, br. 101, str. 125-138. (DOI: 10.2298/GSF1001125N; ISSN 0353-4537).
- [54] Planiranje održivog razvoja u urbanim i gradskim sredinama u svetu su istraživali brojni istraživači kao na primer: 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.
- [55] Poglavlje III.13 Netehnički prikaz - iz zahteva za integrisanu dozvolu

- [56] Poglavlje III.4 Korišćenje resursa - iz zahteva za integrisanu dozvolu
- [57] Poglavlje III.5 Emisija u vazduh - iz zahteva za integrisanu dozvoluž
- [58] Popunjena lista potrebnih podataka i aktivnosti za potrebe izrade studije tent B
- [59] Popunjena lista potrebnih podataka i aktivnosti za potrebe izrade studije tent A
- [60] Popunjena lista potrebnih podataka i aktivnosti za potrebe izrade studije
- [61] Popunjena lista potrebnih podataka i aktivnosti za potrebe izrade studije
- [62] Početno preispitivanje stanja životne sredine za TE Kolubara A
- [63] Početno preispitivanje stanja životne sredine za TE Morava
- [64] Početno preispitivanje stanja životne sredine za TE Nikola Tesla A
- [65] Početno preispitivanje stanja životne sredine za TE Nikola Tesla B
- [66] Početno preispitivanje stanja životne sredine na površinskom kopu Drmno
- [67] Početno preispitivanje stanja životne sredine u termoelektrani Kostolac A
- [68] Početno preispitivanje stanja životne sredine u termoelektrani Kostolac B
- [69] Prilozi III IV uz preispitivanje stanja životne sredine: Aspekti životne sredine i njihov značaj TE Kolubara A
- [70] Prilozi III IV uz preispitivanje stanja životne sredine: Aspekti životne sredine i njihov značaj TE Nikola Tesla A
- [71] Prilozi III IV uz preispitivanje stanja životne sredine: Aspekti životne sredine i njihov značaj TE Nikola Tesla B
- [72] Prilozi III IV uz preispitivanje stanja životne sredine: Aspekti životne sredine i njihov značaj TE Morava
- [73] Prirodna radioaktivnost u okolini termoelektrane Nikola Tesla B, magistraski rad D. Kisić
- [74] Prirodna radioaktivnost uglja i letećeg pepela u termoelektrani „Nikola Tesla B“, kao jedna od značajnijih karakteristika kod primene u građevinskoj industriji, grupa autora - rad za savetovanje
- [75] Projekat "Institucionalna podrška SKGO", Reaktiviranje braunfilda u Srbiji - sistematski pristup ili ad hok rešenja?, Stalna konferencija gradova i opština, Beograd 2011 god. str. 13
- [76] Prostorni plan šema
- [77] Ramić, E. Očuvanje prirodnih resursa u izgradnji sanitarnih deponija otpada primenom TERROSTAB tehnologije. Reciklaža i održivi razvoj 2008, 1(2), 113-118
- [78] Revitalizacija braunfild lokacija u Srbiji Analiza pravnog okvira, najbolje prakse i preporuke za poboljšanje, Beograd, 2016. dostupno na: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KXXZ.pdf
- [79] Savić, I., Terzija, V., Ekologija i zaštita životne sredine, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1999.
- [80] Situacioni planovi
- [81] Sl. glasnik RS, br. 135/2004 i Sl. glasnik RS, br. 25/2015
- [82] Sl. glasnik RS, br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016
- [83] Službeni glasnik RS, broj 36/09 i 88/10
- [84] Studija sprovođenje audita zaštite životne sredine na lokacijama i postrojenjima javnog preduzeća "Elektroprivreda Srbije" Sveska 3 – TE Nikola Tesla, TEKON Tehnokonsalting

- [85] Studija sprovođenje audita zaštite životne sredine na lokacijama i postrojenjima javnog preduzeća “Elektroprivreda Srbije” Sveska 4 – RB Kolubara, TEKON Tehnokonsalting
- [86] Studija sprovođenje audita zaštite životne sredine na lokacijama i postrojenjima javnog preduzeća “Elektroprivreda Srbije” Sveska 5 – Termoelektrane i kopovi Kostolac, TEKON Tehnokonsalting
- [87] Studija sprovođenje audita zaštite životne sredine na lokacijama i postrojenjima javnog preduzeća “Elektroprivreda Srbije” Sveska 6 – PD Panonske elektrane toplane, TEKON Tehnokonsalting
- [88] Tabelarni prikaz gorišnje potrošnje opasnih materija
- [89] Tabelarni prikaz tri pojedinačna merenja dimnih gasova 09.01.2014.
- [90] Tehnička analiza uglja od 1992. do 2014.
- [91] Unapređenje i zaštita životne sredine u termopenergetskim postrojenjima JP Elektroprivreda Srbije, grupa autora - rad za savetovanje
- [92] Fotografije objekata
- [93] Šema kontrole koja se sprovodi u toku rada termoenergetskih objekata
- [94] Šema mera zaštite i kontrole koje treba sprovesti u toku projektovanja i izgradnje termoenergetskih objekata
- [95] Šema mera zaštite koje se sprovode u toku rada termoenergetskih objekata

EKOREMEDIJACIONI PLAN BROWNFIELD INVESTICIONI LOKACIJA STUDIJA SLUČAJA JP EPS

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet	418 words — 1%
2	nardus.mpn.gov.rs Internet	333 words — 1%
3	chem.bg.ac.rs Internet	248 words — < 1%
4	data.sfb.bg.ac.rs Internet	219 words — < 1%
5	www.cis.org.rs Internet	215 words — < 1%
6	www.tagws.net Internet	160 words — < 1%
7	www.plaistow.com Internet	130 words — < 1%
8	projekti.futura.edu.rs Internet	124 words — < 1%
9	www.regscience.hu:8080 Internet	100 words — < 1%
10	www.green-limes.rs Internet	96 words — < 1%

11	Internet	91 words — < 1%
12	www.sepa.gov.rs Internet	85 words — < 1%
13	www.build.rs Internet	84 words — < 1%
14	www.palgo.org Internet	75 words — < 1%
15	www.researchgate.net Internet	74 words — < 1%
16	www.ctb.eus Internet	73 words — < 1%
17	sr.scribd.com Internet	73 words — < 1%
18	www.besplatniseminarskiradovi.com Internet	69 words — < 1%
19	Dimovski, Predrag, Zdravko Hojka, and Zeljko Dzeletovic. "Comparative technical-economic analysis of application the dumping process of fly ash and slag from thermo power plants, heating plants and metallurgical plants by conventional procedures and backfilling to the 'place of origin' i.e. in the abandoned mine", Rudarski radovi Bor, 2012. Crossref	64 words — < 1%
20	prosperitet.org Internet	61 words — < 1%
21	www.zzs.gov.me Internet	59 words — < 1%
22	Milana, Pisaric. "Illegal cross-border trade of protected species of wild fauna and flora", Zbornik	57 words — < 1%

23	www.en.ror.edu.rs Internet	56 words — < 1%
24	www.yumpu.com Internet	55 words — < 1%
25	www.ekogea.org Internet	54 words — < 1%
26	www.tent.rs Internet	53 words — < 1%
27	tfzr.rs Internet	51 words — < 1%
28	fedorabg.bg.ac.rs Internet	50 words — < 1%
29	aarhussu.rs Internet	49 words — < 1%
30	www.merz.gov.rs Internet	49 words — < 1%
31	www.agroklub.com Internet	48 words — < 1%
32	analize.ba Internet	48 words — < 1%
33	www.singipedia.singidunum.ac.rs Internet	46 words — < 1%
34	www.aarhussu.rs Internet	44 words — < 1%
35	www.educons.edu.rs Internet	

44 words — < 1%

36 217.169.210.131
Internet 43 words — < 1%

37 Deyi Hou, Fasheng Li. "Complexities Surrounding
China's Soil Action Plan", Land Degradation &
Development, 2017
Crossref 38 words — < 1%

38 www.sfb.bg.ac.rs
Internet 37 words — < 1%

39 www.pks.rs
Internet 37 words — < 1%

40 www.balkanmagazin.net
Internet 35 words — < 1%

41 docslide.net
Internet 33 words — < 1%

42 docplayer.hu
Internet 33 words — < 1%

43 archive.org
Internet 32 words — < 1%

44 Sniegowski, J. J., and M. P. de Boer. "IC-
Compatible Polysilicon Surface Micromachining",
Annual Review of Materials Science, 2000.
Crossref 31 words — < 1%

45 simterm.masfak.betterhealth.vic.gov.au
Internet 30 words — < 1%

46 dergipark.ulakbim.gov.tr
Internet 29 words — < 1%

47 www.frontiersin.org
Internet 27 words — < 1%

48	www.sggw.pl Internet	26 words — < 1%
49	dobosasa.com Internet	24 words — < 1%
50	www.skymem.com Internet	24 words — < 1%
51	phaidrabg.bg.ac.rs Internet	24 words — < 1%
52	www.emins.org Internet	24 words — < 1%
53	potrosac.info Internet	24 words — < 1%
54	www.gov.me Internet	24 words — < 1%
55	www.zjzs.org.rs Internet	23 words — < 1%
56	carnegie.ru Internet	23 words — < 1%
57	www.slistbeograd.rs Internet	22 words — < 1%
58	www.streckenbach.org Internet	22 words — < 1%
59	www.soapatin.org Internet	21 words — < 1%
60	www.nastava.fsk.unsa.ba Internet	20 words — < 1%
61	www.eman-conference.org Internet	

20 words — < 1%

62 Luka Baturan. "Implementation of 'Coase Theorem' for the purpose of internalization of ecological cost in the law system of Republic of Serbia", Zbornik radova Pravnog fakulteta, Novi Sad, 2011

Crossref

20 words — < 1%

63 www.rbkolubara.rs
Internet

19 words — < 1%

64 strategije.skgo.org
Internet

19 words — < 1%

65 besplatniseminarskiradovi.com
Internet

19 words — < 1%

66 www.sitzam.org.rs
Internet

19 words — < 1%

67 www.parlament.gov.rs
Internet

18 words — < 1%

68 sh.wikipedia.org
Internet

17 words — < 1%

69 dspace.nwu.ac.za
Internet

17 words — < 1%

70 docslide.us
Internet

17 words — < 1%

71 pdf.usaid.gov
Internet

17 words — < 1%

72 www.slglasnik.info
Internet

17 words — < 1%

73 rasinskiokrug.org.rs
Internet

17 words — < 1%

74	www.rs.undp.org Internet	16 words — < 1%
75	aarhusns.rs Internet	16 words — < 1%
76	readgur.com Internet	16 words — < 1%
77	digital.library.ryerson.ca Internet	16 words — < 1%
78	www.plantprs.org.rs Internet	16 words — < 1%
79	Obradovic, Ljubisa, Mile Bugarin, and Vladan Marinkovic. "The effect of mine facilities on pollution the surrounding surface waterways", Rudarski radovi Bor, 2012. Crossref	16 words — < 1%
80	fmz.edu.rs Internet	15 words — < 1%
81	André F. Girão, Susana Pinto, Ana Bessa, Gil Gonçalves, Bruno Henriques, Eduarda Pereira, Paula A. A. P. Marques. "Graphene Oxide: A Unique Nano-Platform to Build Advanced Multifunctional Composites", Wiley, 2016 Crossref	15 words — < 1%
82	konyvtar.uni-pannon.hu Internet	13 words — < 1%
83	www.parlamentfbih.gov.ba Internet	13 words — < 1%
84	www.mrrls.gov.rs Internet	13 words — < 1%
85	theses.gla.ac.uk Internet	12 words — < 1%

86	www.pancevac-online.rs Internet	12 words — < 1%
87	www.ekourb.vojvodina.gov.rs Internet	12 words — < 1%
88	Gomes, Patrícia, Teresa Valente, Jorge Pamplona, Maria Amália Sequeira Braga, José Pissarra, José António Grande Gil, and Maria Luisa de la Torre. "Metal Uptake by Native Plants and Revegetation Potential of Mining Sulfide-Rich Waste-Dumps", International Journal of Phytoremediation, 2014. Crossref	12 words — < 1%
89	Vakanjac-Ristic, Vesna, Zoran Nikic, Boris Vakanjac, and Darko Rasic. "Analysis of the regime and water balance Dojkinacka river", Pirotski zbornik, 2015. Crossref	12 words — < 1%
90	www.rdsgrupa.rs Internet	12 words — < 1%
91	www.umweltbundesamt.at Internet	11 words — < 1%
92	preugovor.org Internet	11 words — < 1%
93	panonske.rs Internet	11 words — < 1%
94	www.zavurbvo.co.rs Internet	11 words — < 1%
95	www.woodlibrarymuseum.org Internet	11 words — < 1%
96	www.pmf.ni.ac.rs Internet	11 words — < 1%

97	www.vojvodina.gov.rs Internet	11 words — < 1%
98	repozitorij.gfos.hr Internet	11 words — < 1%
99	lokalnirazvoj.rs Internet	10 words — < 1%
100	dab.rs Internet	10 words — < 1%
101	0350-0519, 2007 Publications	10 words — < 1%
102	www.fmz.edu.rs Internet	10 words — < 1%
103	www.chem.bg.ac.rs Internet	10 words — < 1%
104	www.bep.org.rs Internet	10 words — < 1%
105	Stefanovic, Vidoje, and Nedžad Azemovic. "Sustainable development of tourism in an example of Vlasinska povrs", Skola biznisa, 2012. Crossref	9 words — < 1%
106	C. Ryder. "Conservation implications of grazing practices on the plant and dipteran communities of a turlough in Co. Mayo, Ireland", Biodiversity and Conservation, 01/2005 Crossref	9 words — < 1%
107	www.kanjiza.rs Internet	9 words — < 1%
108	Igor Radeka. "Odnos individualnog i socijalnog u kulturnoj pedagogiji u Hrvatskoj između dvaju svjetskih ratova", Papers on Philosophy, Psychology, Sociology	9 words — < 1%

109	finesa.edu.rs Internet	9 words — < 1%
110	0353-4537, 2004 Publications	9 words — < 1%
111	www.sr.partizan.rs Internet	9 words — < 1%
112	www.fam.co.rs Internet	9 words — < 1%
113	www.scribd.com Internet	9 words — < 1%
114	www.epcg.co.me Internet	9 words — < 1%
115	www.nosbih.ba Internet	9 words — < 1%
116	0350-0373, 2002 Publications	9 words — < 1%
117	www.cris.uns.ac.rs Internet	9 words — < 1%
118	www.epa.gov Internet	9 words — < 1%
119	oliver.efri.hr Internet	9 words — < 1%
120	0350-0373, 2004 Publications	9 words — < 1%
121	starasrbijabg.blogspot.com Internet	9 words — < 1%

122	www.invest.negotin.rs Internet	8 words — < 1%
123	www.nfri.affrc.go.jp Internet	8 words — < 1%
124	noviknezevac.rs Internet	8 words — < 1%
125	www.zdit.uml.lodz.pl Internet	8 words — < 1%
126	ambassadors-env.com Internet	8 words — < 1%
127	fedorani.ni.ac.rs Internet	8 words — < 1%
128	postel.sf.bg.ac.rs Internet	8 words — < 1%
129	www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs Internet	8 words — < 1%
130	Mikic, Miomir, Daniela Urosevic, Vojka Gardic, and Borislav Petrovic. "Monitoring the quality of water, air and soil of the ash and slag landfill of TPP Gacko Cassette III, phases 1 and 2", Mining and Metallurgy Engineering Bor, 2014. Crossref	8 words — < 1%
131	bar.me Internet	8 words — < 1%
132	www.kikinda.org.rs Internet	8 words — < 1%
133	javniservis.me Internet	8 words — < 1%
134	www.upravazasume.gov.rs Internet	8 words — < 1%

135	www.env-net.org Internet	8 words — < 1%
136	ar.scribd.com Internet	8 words — < 1%
137	www.sns-krusevac.rs Internet	8 words — < 1%
138	www.ekostarpak.rs Internet	8 words — < 1%
139	www.icr.rs Internet	8 words — < 1%
140	www.readbag.com Internet	8 words — < 1%
141	Bajro Imširović. "PLANIRANJE REDUKCIJE RIZIKA OD POPLAVA", Simpozij UPRAVLJANJE RIZICIMA OD POPLAVA I UBLAŽAVANJE NJIHOVIH ŠTETNIH POSLJEDICA - Zbornik radova, 2015 Crossref	8 words — < 1%
142	www.viaggiareibalcanti.it Internet	8 words — < 1%
143	K. R. Yount. "What Are Brownfields? Finding a Conceptual Definition", Environmental Practice, 03/2003 Crossref	7 words — < 1%
144	Josimov-Dundjerski, Jasmina, Jasna Grabic, and Andjelka Belic. "Constructed wetland in preservation of water resources in Vojvodina", Letopis naucnih radova Poljoprivrednog fakulteta, 2015. Crossref	6 words — < 1%
145	1450-5029, 2008 Publications	6 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 5 WORDS