

NASLOVLJENO: Naučnom Veću Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor

Zahtev: Verifikacija tehničkog rešenja

U skladu sa *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača* od 21.03.2008. god, obraćam se Naučnom Veću Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, sa molbom da pokrene postupak za validaciju i verifikaciju tehničkog rešenja br. T2/33021 pod nazivom:

**NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIJЕ PEPELA-KASEТА BR. III  
TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNЈEM ODLAGALIŠTU  
POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIJE**

**Autori:**

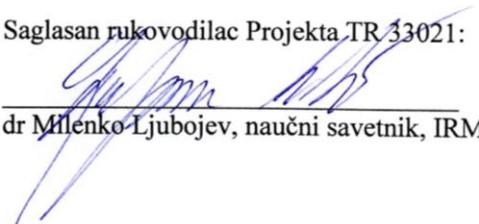
1. Miomir Mikić, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. Milenko Ljubojev, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Daniela Urošević, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Ivana Jovanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
5. Radmilo Rajković, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
6. Lidija Ignjatović-Đurđevac, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
7. Dragan Ignjatović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
8. Zoran Vaduvesković, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
9. Daniel Kržanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Tehničko rešenje T2/33021 (M81) je rezultat realizacije PROJEKТА TR330201: *Istraživanje i praćenje promenas naponsko deformacionog stanja u stenskom masivu „in situ“ oko podzemnih prostorija sa izradom tunela sa posebnim osvrtom na tunel Kriveljske reke i Jame Bor, za period 2011-2014.*

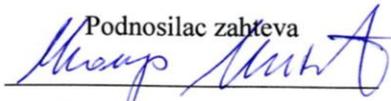
Za recenzente predlažem:

1. dr. Miroslav R. Ignjatović, dipl.ing.rud, viši naučni saradnik, Privredna Komora Srbije.
2. dr. Melvudin Avdić, dipl.ing.rud, redovni profesor na Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta u Tuzli.

Saglasan rukovodilac Projekta TR 33021:

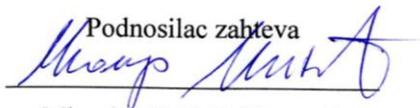
  
dr Milenko Ljubojev, naučni savetnik, IRM Bor

Podnosilac zahteva

  
Miomir Mikić, dipl.ing.rud.  
Istraživač saradnik, IRM Bor

## ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE (M81)

# NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIJE PEPELA- KASETA BR. III TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNJEM ODLAGALIŠTU POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIJE

Podnosilac zahteva  


Miomir Mikić, dipl.ing.rud.  
Istraživač saradnik, IRM Bor

Bor 2014. god

## PROJEKAT:

# ТЕХНИЧКИ ПРОЈЕКАТ РЕКУЛТИВАЦИЈЕ ДЕПONIЈЕ ПЕПЕЛА И ШЛЈАКЕ, ИРМ ЗВОРНИК, 2013.ГОД

## ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE (M-81): NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIЈЕ ПЕПЕЛА- KASETA BR. III TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNJEM ODLAGALIŠTU POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIЈЕ

## AUTORI:

1. Miomir Mikić, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. Milenko Ljubojev, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Daniela Urošević, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Ivana Jovanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
5. Radmilo Rajković, dipl.,ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
6. Lidija Ignjatović-Đurđevac, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
7. Dragan Ignjatović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
8. Zoran Vaduvesković, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
9. Daniel Kržanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.

## UVOD

Tehnološki proces sagorevanja uglja u termoelektranama proizvodi određene količine pepela i šljake koje treba transportovati i odložiti na izabranoj lokaciji – deponiji. Deponovanje pepela i šljake iz TE Gacko u Gacku, B i H vršilo se u kaseti II formiranoj u otkopnom prostoru površinskog kopa Gračanica. Sa potrebom novog prostora za deponovanje pepela i šljake nađeno je rešenje u formiranju kasete III u nastavku postojeće kasete II. Nakon završetka eksploatacije i dostizanja projektovane kote od 940 mnv vrši se rekultivacija svih kaseti, čime se trajno eliminiše bilo kakav negativni uticaj pepela iz deponije na okolni životni prostor i vazduh.

Pri izradi ovog Tehničkog rešenja dat je nov pristup revitalizacije deponije pepela i šljake TE Gacko. Zadatak rekultivacije je bio omogućiti adekvatnu drenažu deponije pepela i šljake, sprečavanje erozije nasutog materijala na kosinama deponije, homogenizacija humusa na platou deponije radi potpunog uspeha biološke rekultivacije, a sve u cilju očuvanja životne sredine u Gacku.

Tehničko rešenje je usklađeno sa važećom zakonskom regulativom iz ove oblasti, odnosno sa važećim PRAVILNIKOM O POSTUPKU I NAČINU VREDNOVANJA I KVANTITATIVNOM ISKAZIVANJU NAUČNOISTRAŽIVAČKIH REZULTATA ISTRAŽIVAČA (Sl. glasnik RS, br. 38/2008).

Tehničko rešenje je prikazano na 23 strana uključujući i naslovne strane, sa sledećim sadržajem:

<b>UVOD</b> .....	<b>4</b>
1.1 LOKACIJA KASETE III .....	5
<b>2. REKULTIVACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA</b> .....	<b>7</b>
2.1. PEDOLOŠKE OSOBINE FLOTACIJSKE JALOVINE .....	8
2.2. HEMIJSKE OSOBINE PEPELA I ŠLJAKE .....	9
2.3. HEMIJSKE OSOBINE HUMUSA .....	10
2.4. KLIMATSKE PRILIKE .....	10
<b>3. UTICAJ DEPONIJE PEPELA I ŠLJAKE NA ŽIVOTNU SREDINU</b> .....	<b>11</b>
<b>4. OPTIMALNA REKULTIVACIJA DEPONIJE PEPELA I ŠLJAKE</b> .....	<b>11</b>
4.1. FAZA TEHNIČKE REKULTIVACIJE DEPONIJE.....	11
4.1.1. Radovi na izgradnji servisnog puta .....	12
4.1.2. Opis radova za rekultivaciju kosina deponije.....	13
4.1.3. Radovi na formiranju završnog sloja na platou deponije.....	14
4.1.4. Postavljanje drenažnih cevi i kanaleta .....	16
4.1.5. Princip rada i temeljni elementi cevne drenaže.....	16
4.1.6. Troškovi tehničke rekultivacije .....	17
4.2. BIOLOŠKA REKULTIVACIJA.....	18
4.2.1. Tehnologija rada pri pošumljavanju ravnih površina.....	18
4.2.2. Način sadnje.....	19
4.2.3. Troškovi biološke rekultivacije .....	20
<b>5. UKUPNI TROŠKOVI REKULTIVACIJE</b> .....	<b>20</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>20</b>
LITERATURA.....	21
PRILOG .....	22

## UVOD

Tehnološki proces sagorevanja uglja u termoelektranama proizvodi određene količine pepela i šljake koje treba transportovati i odložiti na izabranoj lokaciji – deponiji. Termoelektrana Gacko od 1995.g. odlaganje pepela vrši na deponiji pepela - prva faza, kasete I u otkopanom prostoru površinskog kopa Gračanica na delu eksploatacionog polja A. Nakon zapunjavanja kasete I, nastavak odlaganja pepela i šljake se vršilo u kaseti II, u otkopnom prostoru površinskog kopa Gračanica, koja je formirana u nastavku kasete I, prema transporteru za uglj br.3, a okonturena sa južne strane postojećim transporterom br.3, sa severne strane postojećom deponijom a sa zapadne i istočne strane geološkim profilima 5 i 17. Nakon dugogodišnjeg odlaganja pepela i šljake u kaseti II, došlo je do smanjenja odlagališnog prostora pa je bilo neophodno obezbediti novi prostor za deponovanje pepela i šljake i time obezbediti kontinualni rad TE Gacko. Adekvatno rešenje je nađeno u formiranju deponije u kaseti III, u otkopnom prostoru površinskog kopa Gračanica. Kasete III je ograničena poprečnim profilima PP9 do PP 15. Formirana je u nastavku kasete II do južne završne kosine kopa (prilog 1). Lokacija deponije i pepela u kaseti III je

izabrano kao najpovoljnije tehno-ekonomsko rešenje za odlaganje pepela i šljake iz TE Gackos obzirom na lokaciju naselja Gacko, razvijene infrastrukture, raspoloživosti prostora, itd.

Deponije pepela na kaseti III približno je pravougaonog oblika, dimenzija 515x265 m i jednim dodatkom dimenzija 210x130 m.(prilog 1)

Završni oblik deponije ima oblik izduženog pravougaonika, gde je duža osa I-Z 800 m, a kraća S-J 700m (prilog 3).

Procesom eksploatacije uglja na površinskom kopu Gračanica došlo je do narušavanja životne sredine tj. došlo je do degradiranja velikih površina zemljišta kao i poremećaja režima površinskih i podzemnih voda. Izgradnjom termoelektrane TE Gacko kvalitet životne sredine se još više narušavao. Veliki uticaj na to su imale deponije pepela i šljake.

Redovan rad Projekta neće uticati na pogoršanje kvaliteta vazduha na predmetnoj lokaciji.

Aerозагађење је елиминисано јер се техногена сировина транспортује на деонију у виду хидромешавине тј. у оквашеном, односно потопљеном станју. Наиме, електрофилтјерски пепоо из ТЕ Gacko припада типу карбонатних пепола (висок садржај CaO), што значи да поседује цементациона својства и у контакту са водом гради компактан материјал одређене механичке чврстоће. На тај начин спречена је емисија финих честица пепола у ваздух.

Dosadašnja praktična iskustva sa deponije pepela i šljake iz TE Gacko (kasete br 1 i 2) pokazuju da hidraulički deponovani pepeo nakon hemijske reakcije materijala iz pepela i vode prelazi u kompaktnu vezanu masu koju vetar ne može da raznese. Zbog toga se u okolini deponije ne predviđaju nikakve posebne mere zaštite od aerозaganenja. Nakon završetka eksploatacije i dostizanja projektovane kote od 940 mnv vrši se rekultivacija svih kaset, čime se trajno eliminiše bilo kakav negativni uticaj pepela iz deponije na okolni životni prostor i vazduh.

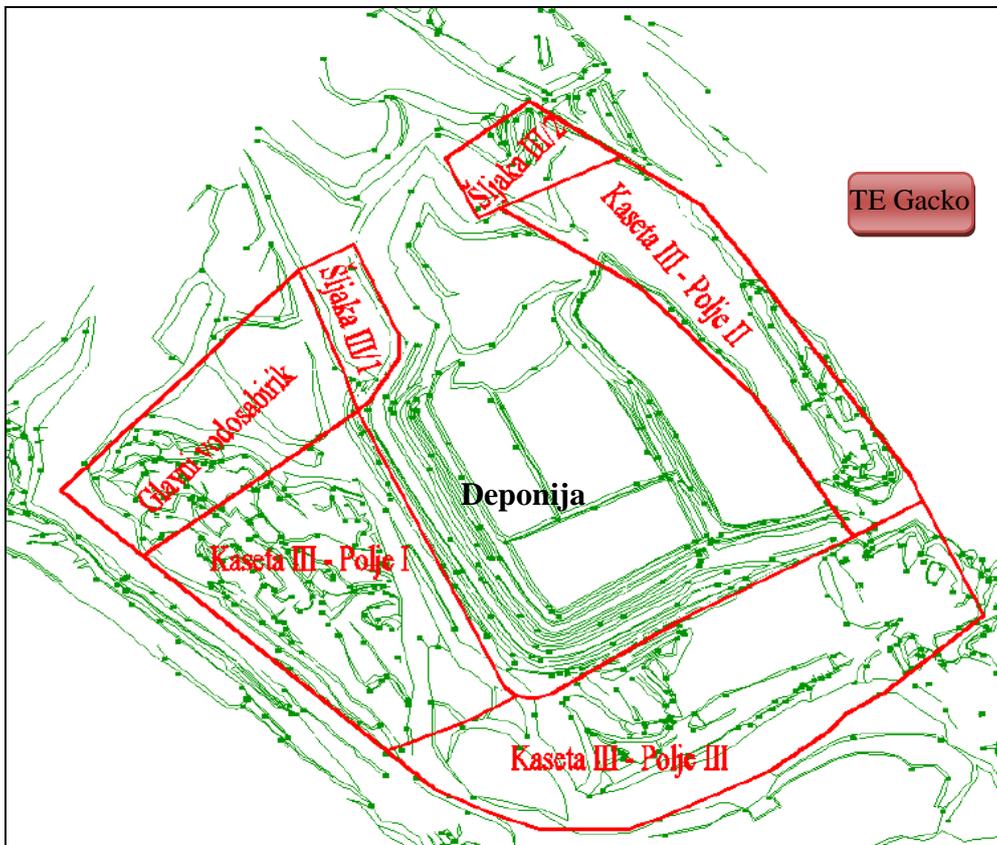
## 1.1 LOKACIJA KASETE III

Deponija pepela i šljake TE Gacko se nalazi na zapadnoj strani od grada Gacko i na udaljenosti od TE Gacko vazdušnom linijom oko 1000 m. Sa zapadne strane je reka Gračanica a sa jugoistočne strane je izmešteno korito reke Gračanice a sa jugozapadne strane je južna završna kontura polja „A“ odnosno korito rijeke Mušnice. Sa severne strane se nalaze unutrašnja i spoljašnja odlagališta laporca površinskog kopa Gračanica.

Kaseta III obuhvata sledeće lokacije:

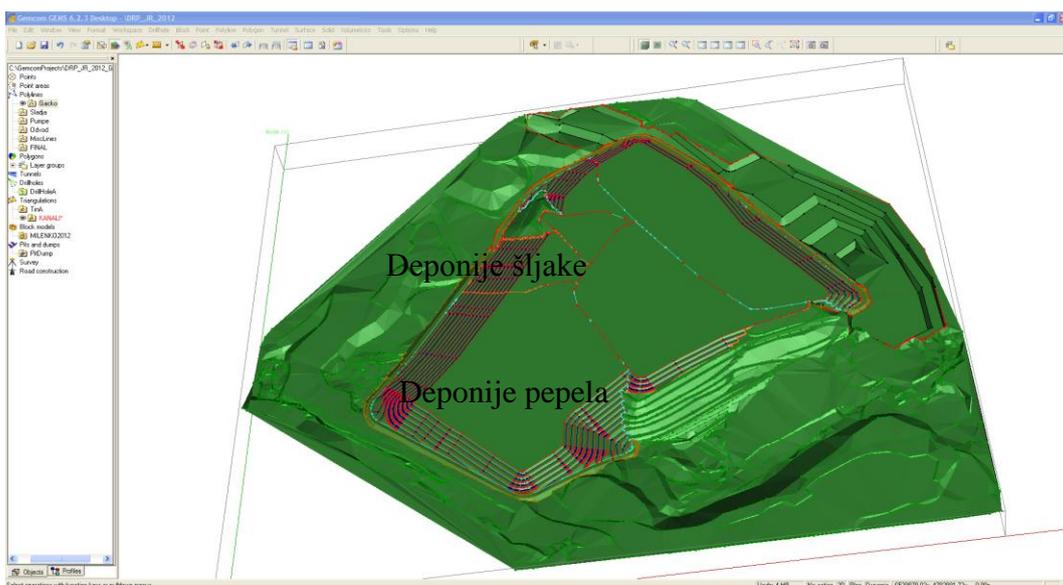
- Prostor između kasete I i severne kosine kopa ograničen profilima PP10 do PP17;
- Prostor u nastavku kasete II od profila PP9 do PP14 i podkasete II/1 ograničen sa severne strane rasedom, a sa jugozapadne strane završnom kosinom kopa;
- Prostor između deponije pepela i unutrašnjeg odlagališta krila „A“ između profila PP7 i PP10.

Navedene lokacije se naslanjaju na kasete I i II i podkasetu II/1, a sa njima će predstavljati jednu celinu. Faza 1 kasete III obuhvata prostor između poprečnih profila PP9 i PP17 u nastavku kasete II i podkasete II/1 do južne završne kosine kopa. Prostor predviđen za kasetu III prikazan je na slici 1.1.



Slika 1.1. Prostor predviđen za kasetu III

Konačan izgled deponije pepela i šljake u fazi 2, nakon čega će se izvršiti rekultivacija je dat na sledećoj slici.



Slika 1.2. 3D model deponije pepela i šljake u fazi 2 kasete III u programu Gemcom 6.2

## 2. REKULTIVACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA

Rekultivacija degradiranih površina podrazumeva niz kompleksnih radova, usmerenih za uspostavljanje produktivnosti ili ranije vrednosti oštećenog zemljišta kao i poboljšanje uslova životne okoline.

Pod degradiranim zemljištem stvorenih rudarskim aktivnostima podrazumevaju se oblici privredno, ekološki i estetski narušenog zemljišta. Narušene ili degradirane površine mogu da zadrže ili promene svoj prvobitni izgled.

Rekultivacija novostvorenih degradiranih površina vrši se u cilju zaštite životne sredine (vazduha, vode, zemljišta i biljaka) i vraćanja ranijeg estetskog izgleda okoline.

Za revitalizaciju degradiranih površina na deponiji pepela i šljake primeniće se optimalna rekultivacija sa fazama: tehničke i biološke rekultivacije.

### 1. Tehnička faza optimalne rekultivacije uključuje:

- a. otkopavanje, utovar, transport, i istovar humusa, drenažnog materijala i laporca.
- b. izradu servisnog puta
- c. uređenje kosina deponije

### 2. Biološka faza optimalne rekultivacije podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera za uzgajanje šumskih kultura na deponiji pepela i šljake u cilju obnavljanja ekosistema.

Prema fizičko hemijskim osobinama tla, geomorfologiji deponije, eksponiranost površina jugu, klimatskim uslovima i prirodnoj vegetaciji u okruženju u obzir dolazi biološka faza optimalne rekultivacije i to na:

- Završnim ravnima deponije pepela i šljake - pošumljavanje,
- Završnim kosinama deponije - zapunjavanje

Struktura površina po nameni prikazana je u tabeli 2.1 i 2.2.

Tabela 2.1. Površine u Fazi 1 za rekultivaciju

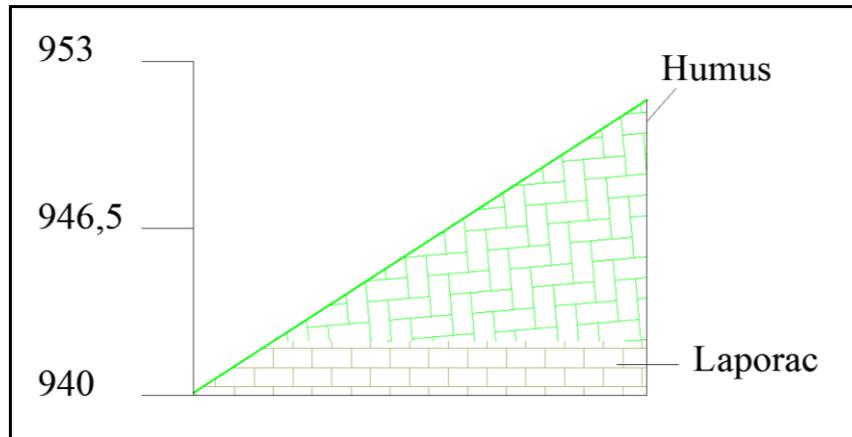
Lokacija	Faza	Ravne površine-etažne ravni	Površina m <sup>2</sup>	Metoda rekultivacije	Kose površine – kosine etažnih ravni	Površina m <sup>2</sup>	Metoda rekultivacije
Deponija	1	plato - 940	101 552	pošumljavanje	E940/E937	4 558	zasipavanje
		937	5 375	zasipavanje	E937/E934	4 660	zasipavanje
		934	5 380	zasipavanje	E934/E931	4 600	zasipavanje
		931	5 390	zasipavanje	E931/E928	4 560	zasipavanje
		928	5 490	zasipavanje	E928/E925	3 898	zasipavanje
		925	3 535	zasipavanje	E925/E922	2 860	zasipavanje
		922	2 945	zasipavanje	E922/E919	2 580	zasipavanje
		919	2 500	zasipavanje	E919/E916	2 390	zasipavanje
		917	2 450	zasipavanje	E916/E913	2 247	zasipavanje
		913	2 240	zasipavanje	E913/E910	1 990	zasipavanje
		910	2 030	zasipavanje	E910/E907	1 800	zasipavanje
		907	1 880	zasipavanje	E907/E904	1 071	zasipavanje
		904	520	zasipavanje			
<b>Ukupno</b>			141 287			37 214	

Tabela 2.2. Površine u Fazi 2 za rekultivaciju

Lokacija	Faza	Ravne površine-etažne ravni	Površina m <sup>2</sup>	Metoda rekultivacije	Kose površine – kosine etažnih ravni	Površina m <sup>2</sup>	Metoda rekultivacije
Deponija	1	plato - 940	176 518	pošumljavanje	E940/E937	5 571	zasipavanje
		937	5 730	zasipavanje	E937/E934	5 112	zasipavanje
		934	6 530	zasipavanje	E934/E931	3 875	zasipavanje
		931	4 265	zasipavanje	E931/E928	2 628	zasipavanje
		928	2 875	zasipavanje	E928/E925	2 250	zasipavanje
		925	2 300	zasipavanje	E925/E922	4 473	zasipavanje
<b>Ukupno</b>			198 218			23 909	

## 2.1. Pedološke osobine flotacijske jalovine

Za određivanje pogodnosti prirodnog zemljišta na pozajmištu za rekultivaciju, otvoren je pedološki profil. Pedološka svojstva su analizirana kod prirodnog zemljišta (uzorak D1 i D2). Ovakav sloj humusa će se koristiti kao pokrивка deponije pepela i šljake radi izvođenja biološke rekultivacije i za zapunjavanje jama sadnica. Podaci analize uzoraka D1 i D2 u ovom slučaju poslužili su za definisanje tipa prirodnog zemljišta i njegovih svojstava. Prirodno zemljište sa pozajmišta (pedološkog profila A-A') prikazanom na slici 2.1. Prema klasifikaciji pripada rendzinama i to rendzinama na laporu i laporovitom krečnjaku. Sloj tla pilikom otkrivanja ležišta (investiciona raskrivka) je skinut i odlagan na pozajmištu humusa odakle će se koristiti za nasipavanje platoa deponije.



Slika 2.1. Pedološki profil A-A` na lokaciji pozajmišta za tlo

## 2.2. Hemijske osobine pepela i šljake

Rezultati hemijske analize pepela i šljake dobijeni su u skladu sa standardnim akreditovanim metodama prikazani su u tabeli 2.3.

Tabela 2.3. Rezultati hemijske analize eluata dobijenog primenom standardne metode za ispitivanje lužljivosti otpada

Oznaka uzorka	Pepeo Gacko-10 L/kg	Šljaka Gacko-10 L/kg	Dozvoljene koncentracije*
<b>Parametar</b>			
pH eluata	12.05	11.98	-
Zapremina eluata	730	775	-
Temperatura eluata (°C)	20.1	20.3	-
Provodljivost eluata (µS/cm)	6114	5808	-
<b>Element (mg/kg**)</b>			
As	<0.81	<0.86	25
Ba	21.90	104.19	300
Cu	0.41	0.43	100
Sb	<0.81	<0.86	5
Hg	<0.81	<0.86	2
Cd	<0.16	<0.17	5
Mo	1.05	<0.17	30
Ni	<0.16	<0.17	40
Pb	<0.81	<0.86	50
Cr	<0.081	0.15	70
Se	<1.6	<1.7	7
Zn	0.065	0.017	200
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	525.11	24.37	50 000
Cl <sup>-</sup>	96.04	7.49	25 000
F		2.58	500

\*Prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Sl.gl. RS", br. 56/10), za deponovanje otpada na deponiju opasnog otpada

\*\*Proračunato po kg uzorka, suve mase

Упоредивањем добијених резултата и дозвољених концентрација елемената у отпаду, према Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада ("Сл.гл. РС", бр. 56/10), pepeo и шљака се могу депоновати на депоњу за неопасни отпад.

### 2.3. Хемијске особине хумуса

За извођење рекултивације и запунјавање јаме садница хумусом (природном земљом) узета су 2 (два) узорка D1 и D2 и дата су Лабораторији за хемијско испитивање ИРМ Бор.

Узорци су узимани са депоњије хумуса. Треба истаћи да су узорци узимани са дубине до 30 cm. Један узорак је узет на одлагалишту хумуса које се налази у североистоном делу копа. Други узорак је узет на одлагалишта хумуса које је locirano у југозападно од првог позajмишта хумуса тј. јужније од TE Gacko.

Табела 2.4. Резултат хемијске анализе

Element \ Oznaka uzorka	D1	D2	Analitička metoda
%TiO <sub>2</sub>	0,72	0,67	ICP-AES
pH	7,55	7,69	
%SiO <sub>2</sub>	53,14	50,60	G
%CaO	3,85	5,46	AAS
%MgO	2,69	1,48	AAS
%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,01	6,47	AAS
%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,81	13,43	ICP-AES
%Na <sub>2</sub> O	0,60	0,19	AAS
%K <sub>2</sub> O	2,20	1,33	AAS
%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,16	ICP-AES
%MnO	0,28	0,35	AAS
%H <sub>2</sub> O	23,50	29,40	G

### 2.4. Климатске прилике

Клима ширег подручја Gacka је континентално планинска са дугим хладним и снежним зимама у периоду од новембра до априла са температурама до -30° и кратким летима са температуром до +30°. Уз велики распон температура на годишњем нивоу, карактеристичне су и велике снежне падавине што узрокује прекиде саобраћаја на северним и ређе западним подручјима. Повремено у јесенјем и зимском периоду има појава снажних удара олујних ветрова, чија брзина достиже и до 150 km/h када се угрожавају преносни електросистеми.

На подручју Gacka долази и до појаве обилних киша у кратком временском периоду и угрожавања површинског копа. Метеоролошки подаци се региструју на 7 станица, од чега су 2 климатолошке и 5 кишомерне станице.

Средња годишња количина падавина износи од 1100 l/m<sup>2</sup> (2011.год) до 3012 (2010.год) за посматрани период 2007-2011.год. Према резултатима мерења за посматрани период види се да су

količine padavina neravnomerno raspoređenje. Padavina ima slabo u mesecima maj –avgust kada je vlaga biljkama najpotrebnija. Izražajnije padavine se javljaju u novembru i decembru.

U Gacku i okolini najčešća su jugoistočna strujanja, a zatim severoistočna. Severoistočni, severni i jugoistočni vetrovi su u svim godišnjim dobima pa i po mesecima najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod severoistočnih strujanja.

### **3. UTICAJ DEPONIJЕ PEPELA I ŠLJAKE NA ŽIVOTNU SREDINU**

Pri otvaranju površinskog kopa Gračanica došlo je do narušavanja životne sredine. To se ogledalo u degradiranju velikih površina zemljišta (promena reljefa), režima podzemnih i površinskih voda i mikroklima. Radom rudarske opreme na kopu i odlagalištima, i usled primenjene tehnologije na deponovanju pepela i šljake, dolazi do stvaranja gasova i prašine. Pod uticajem prirodnih strujanja vazduha i termičkih sila, ova zagađenja se iznose iz površinskog kopa i tom prilikom se zagađuje atmosfera u okolini predmetne lokacije. Imisijom prašine iz vazduha zagađuje se i zemljište, vode i biljke.

Radi utvrđivanja kvaliteta životne sredine u Gacku uveden je monitoring sistem za praćenje kvaliteta vazduha i to merenjem imisija prašine. Takođe, se vrše kontinualna merenja kvaliteta voda.

Nakon završetka deponovanja pepela i šljake u kaseti III u fazi 1 stvoriće se uslovi za izvođenje tehničke a kasnije a nakon toga i biološke rekultivacije. Pri tome bi se smanjio uticaj negativnih činilaca na životnu sredinu.

Rekultivacija deponije pepela i šljake ima za cilj:

- Trajno spreči razvejavanje pepela i šljake vetrom i time spreči eventualna zagađenja okoline
- Stvori prijatan pogled za stanovnike u okolini deponije i stvori mogućnost korišćenja rekultivisanih površina za buduće namene
- Ponovo uspostavi narušeni ekosistem
- Izvrši kontrolu oticanja površinskih voda

Generalno sagledavajući svi postupci predviđeni za radove na rekultivaciji imaju za krajnji cilj poboljšanje postojećeg stanja i umanjeње uticaja rudarskih radova na životnu sredinu.

### **4. OPTIMALNA REKULTIVACIJA DEPONIJЕ PEPELA I ŠLJAKE**

Optimalna rekultivacija predstavlja najbolji vid rekultivacije deponije pepela i šljake. Rekultivacija se vrši po fazama: tehnička i biološka (prilog ).

#### **4.1. Faza tehničke rekultivacije deponije**

Tehnička rekultivacija deponije pepela i šljake na prostoru površinskog kopa Gračanica vrši se osnovu Evropske Uredbe o odlaganju otpada na deponije (DIREKTIVA VIJEĆA 1999/31/EC od 26. travnja 1999. o odlagalištu otpada – u daljem tekstu Direktiva).

Na osnovu uredbe o odlaganju otpada na deponije, pepeo i šljaka sa predmetne deponije, se svrstavaju u kategoriju otpada koji nije opasan. Odlagani pepeo i šljaka iz termoelektrane „Gacko” se na osnovu dobijenih rezultata i dozvoljenih koncentracija elemenata u otpadu, prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Sl.gl. RS", br. 56/10), klasifikuju kao neopasni otpad. I pored toga što će se ovaj materijal tretirati kao neopasan otpad, neophodno je predvideti adekvatnu zaštitu koja će negirati eventualni negativni uticaj pepela i šljake na radnu i životnu sredinu.

Na osnovu preporuke Direktive posle završetka odlaganja pepela i šljake (kota 940 m), na celokupnoj površini deponije postavljaju se tri završna sloja, koja imaju ulogu zaštite, kao i pripremu za biološku rekultivaciju.

Prvi sloj se formira odlaganjem odloženog materijala sa postojećeg odlagališta. Ovaj materijal na osnovu geoloških podataka pripada laporovitim krečnjacima. Procenjeno je da debljina ovog materijala treba da iznosi oko 1 m. Nakon formiranja prvog sloja vrši se formiranje drugog sloja koji predstavlja drenažni sloj. Ovaj sloj se sastoji od rizle i peskovitog materijala. Visina sloja iznosi 0,5 m. Završni sloj predstavlja sloj humusa, što bi bila garancija da se na ovakvoj podlozi može vršiti biološka rekultivacija. Procenjeno je da debljina završnog-trećeg sloja od humusa treba da iznosi 1 m. Humus se transportuje i odlaže sa formiranih humusnih odlagališta koji su u blizini deponije. Završni izgled deponije pepela i šljake će biti formiran sa nagibima oko 1% prema objektima odvodnjavanja u cilju rešenja odvodnjavanja putem gravitacije.(prilog 5).

#### **4.1.1. RADOVI NA IZGRADNJI SERVISNOG PUTA**

Servisni put će biti izgrađen na platou deponije. Radovi na izgradnji ovoga puta se sastoje iz:

- utovara materijala za izradu puta – laporac
- transporta materijala
- rad buldozera na ravnjanju i izradi puta

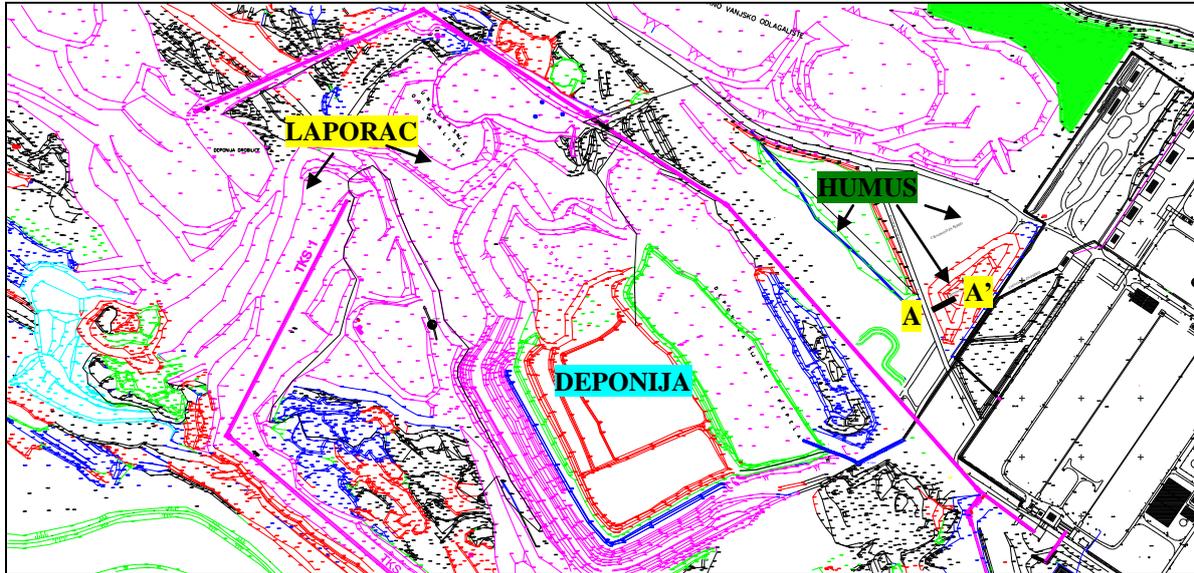
Pri eksploataciji uglja se javlja laporac kao jalov materijal. Primenjena tehnologija eksploatacije svu jalovinu sa površinskog kopa odlaže na odlagališta (slika 4.1). Nakon završetka rada deponije, ovaj materijal- jalovina će se iskoristiti za formiranje podloge za servisni put visine 0,3 m a kasnije i za formiranje prvog sloja preko platoa debljine oko 1m kao i za nasipavanje kosina deponije. Radom mehanizacije na planiranju sloja laporca dolazi do sabijanja ovog materijala, tako da naknadni rad na sabijanju materijala nije potreban.

Prva faza tehničke rekultivacije bi obuhvatala izradu servisnog puta na platou deponije, i uspostavljanje veze sa mrežom pristupnih puteva ka deponiji. Mreža puteva van deponije je izrađena, i kako je u stalnoj upotrebi, održava se redovno, tako da je put u dobrom stanju. S obzirom na buduće radove na deponiji izradiće se servisni putevi na istoj, koji će se nadovezati na postojeću mrežu.

Izrada servisnih puteva je veoma važna jer će se koristiti u toku celog procesa rekultivacije, za dovoz materijala, manipulaciju i kretanje mašina i ljudi koji će raditi na deponiji..Udaljenost odlagališta laporca do deponije je 1500 m.

Količina laporca potrebna za izradu servisnog puta na deponiji debljine oko 0,3 m, iznosi 4922 m<sup>3</sup>. Utovar laporca će se vršiti utovarivačem CATERPILLAR 966, kašike zapremine 3 m<sup>3</sup>. Transport lasporca će se raditi kamionima Caterpillar CAT 725, nosivosti 26 t i zapremine sanduka (2:1) 14,3

m<sup>3</sup>. Равнјање и нивелација ће се радити булдозером CATTEPILAR D8R. Иста механизација ће се користити за све фазе техничке рекултивације.



Слика 4.1. Просторни приказ одлагалишта латорца и позјамшта хумуса

Сервисни пут ће бити широк 5 м. Сама израда се састоји од утовара и транспорта материјала са одлагалишта латорца а затим насипавања материјала-латорца на плато депоније, а затим равнјања-нивелације булдозером.

#### 4.1.2. ОПИС РАДОВА ЗА РЕКУЛТИВАЦИЈУ КОСИНА ДЕПONIЈЕ

С обзиром да су косине депоније под великим нагибом, непходно је извршити рекултивацију истих како би се стабилизовао терен и спречили евентуални продори вода. Техничка рекултивација косина обухвата засипавање косина како би се ублажио пад и при чему се формира угао генералне косине од 18,3° (или однос 1:3).

Радови ове фазе техничке рекултивације обухватају:

- утовар латорца
- транспорт латорца
- планирање и нивелација булдозером
- равнјање и сабијање терена валјком

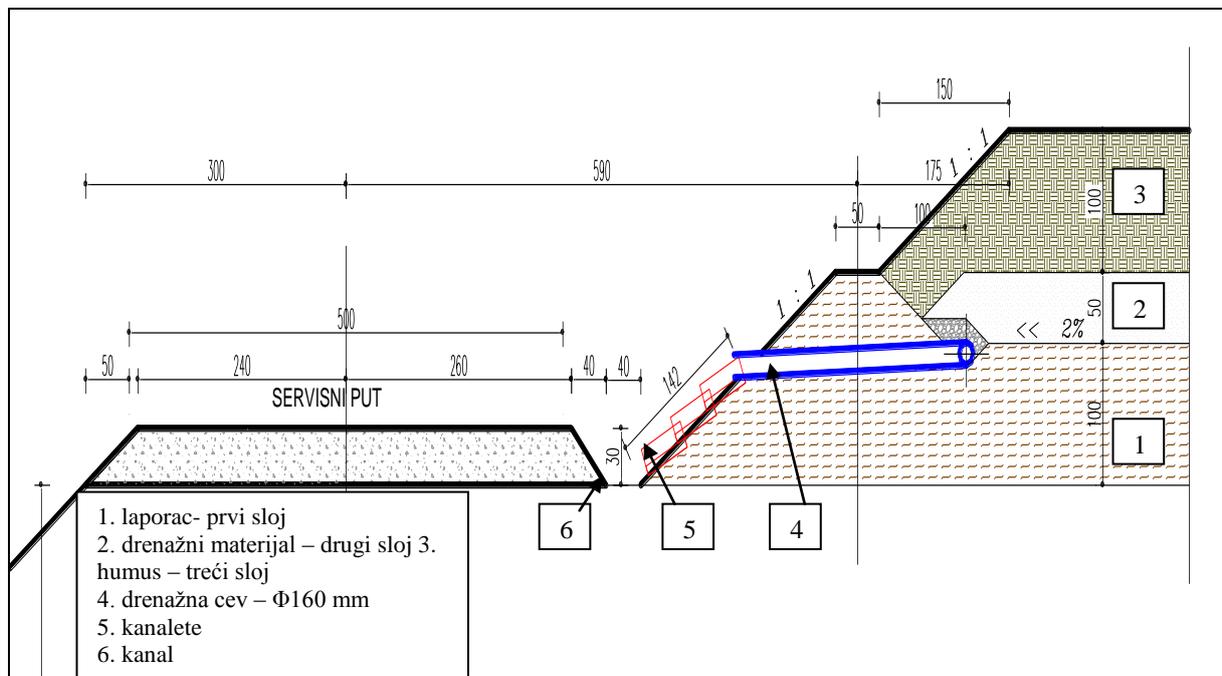
Са формираног одлагалишта латорца који се налазе у близини депоније узима се материјал за насипавање косина тј. постављање слоја (слика 4.1.). Врши се утовар и транспорт овог материјала на плато депоније. Материјал се истоварује на гомиле на више места како би булдозер брже и квалитетније радио. Затим се врши регуривање материјала по косини депоније. Висина материјала, тј. завршног слоја преко косина треба да износи око 1 м. Након завршеног планирања прелази се на фазу у којој се сабија материјал. Ови радови се врше валјком. С обзиром да је генерални угао мањи од 20°, услови за рад валјка на косинама су могући.

#### 4.1.3. RADOVI NA FORMIRANJU ZAVRŠNOG SLOJA NA PLATOU DEPONIJE

Sa formiranih odlagališta laporca koji se nalaze u blizini deponije uzima se materijal za postavljanje prvog sloja na platou deponije. Vrši se utovar i transport ovog materijala na plato deponije. Radom mehanizacije na planiranju formira se sloj laporca u visini od 1 m (slika 4.2). Pri tome se vodi

računa da se na predviđenim mestima postavljaju rebraste jednoslojne drenažne cevi  $\Phi 160$  mm. Ove cevi se postavljaju na rastojanju od 80 m.

Funkcija ovih cevi jeste da prikupljaju vodu i postavljenim sistemom za drenažu odvedu vodu do odvodnih kanala, koji su povezani sa glavnim odvodnim kanalima, koji ove sakupljene vode odvedu u reku Gračanicu ili u glavne vodosabirnike.



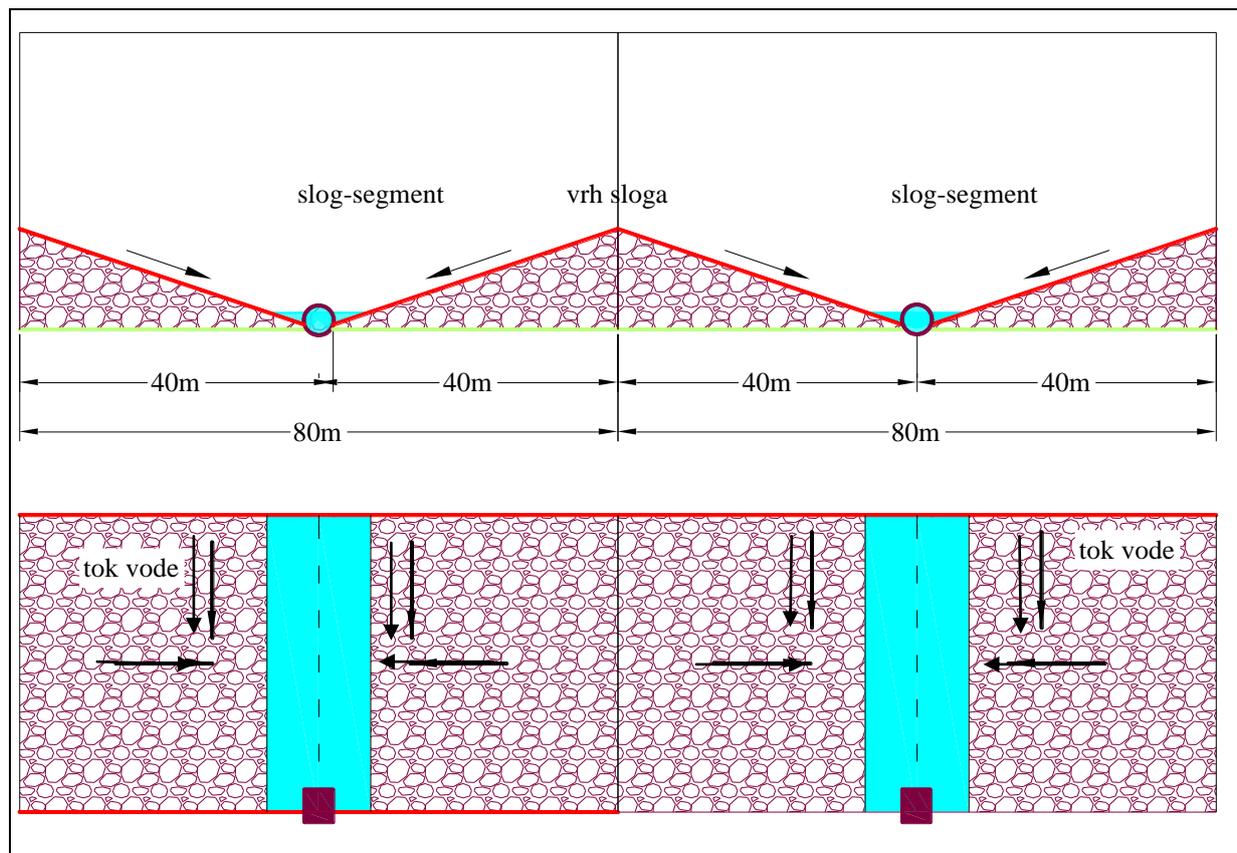
Slika 4.2. Poprečni presek deponije sa prikazom svih slojeva i servisnog puta

Nakon istresanja materijala kamionom, prelazi se sa planiranjem materijala buldozerom. Pri tome se vodi računa da planirana podloga ima pad 1 %. Plato je podeljen na deonice od 80 m, slika 4.3.

Svaka deonica ima izgled prikazan na slici 4.3, na kojoj su prikazani padovi ovog sloja. Na ovaj način se omogućuje pravilno funkcionisanje drenažnog sistema. Sva prikupljena voda odlazi u formirani „kanal” a odatle se voda skuplja sa drenažnom cevi  $\Phi 160$  mm. Ova voda se kanaletama spušta u glavni kanal koji je izrađen između servisnog puta i ovog sloja.

Da bi sistem drenaže funkcionisao neophodno je da se prvi sloj (laporac) formira sa blagim padom od 1 % . Pored generalnog pada, ovaj sloj se formira da ima još jedan pad ka „unutra”. Kako je prikazano na slici 4.3, rastojanje od 80 m na kojima će biti postavljene cevi, će se podeliti na pola, pri tome će ove polovine formirati pad ka „unutra” i na taj način će se sve vode slivati ka cevima.

Nakon završetka formiranja prvog sloja počinje se sa radom na formiranju drugog sloja – tzv. drenažnog sloja (slika 4.2). Materijal koji će se применити за израду ovog sloja састоји се од шљунка величине 5-25 mm. Утовар ovog materijala će се вршити у оквиру комплекса TE Gacko. Инвеститор не поседује ovaj materijal па је неопходно да га набави. Да би се дужина транспорта смањила купљени materijal će се одложити у близини депоије тј. на одлагалишту laporca. Овако ће се поступити јер ће се створити довољно места након искоришћења materijala за формирање сервисног пута и насипавања косина.



Slika 4.3. Prikaz segmenta završnog sloja

Transportovani materijal se odlaže na gomile po novo formiranom sloju kako bi buldozer mogao da lakše i brže manipuliše sa njim. Da bi mehanizacija funkcionisala kontinualno po kosinama novoformiranog sloja od 1 m, će se privremeno napraviti put u useku koji će se nakon završetka radova vratiti u odgovarajuće stanje. Planiranje deponovanog materijala se takođe vrši buldozerima. Debljina sloja iznosi oko 0,5 m.

Završni sloj se formira od humusa. U blizini deponije su formirana privremena odlagališta humusa (slika 4.1), odakle će se potrebna količina humusa transportovati do platoa deponije. Debljina sloja iznosi oko 1 m. Radovi na planiranju i nivelisanju završnog sloja će se vršiti mehanizacijom – buldozerom.

**Da bi se radovi na formiranju završnog sloja od laporca, drenažnog materijala i humusa ubrzali, radovi treba vršiti paralelno. Napredovanje odlaganja laporca treba da ide ispred odlaganja drenažnog materijala, a odlaganje humusa nakon drenažnog materijala.**

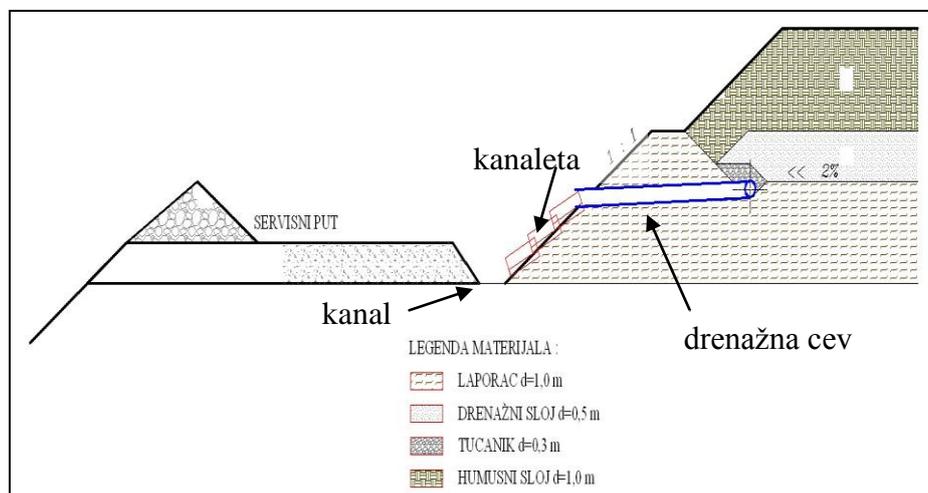
#### 4.1.4. Postavljanje drenažnih cevi i kanaleta

Ovi radovi obuhvataju:

- postavljanje drenažnih cevi
- postavljanje kanaleta

Na prilogu je prikazana situaciona karta na kojoj su date lokacije na kojima će se postavljati drenažne cevi. Poprečni presek je dat na slici 4.4.

Ukupan broj cevi koji će se postavljati iznosi – 18 komada, dužine 2,7 m.



Slika 4.4. Poprečni presek sa detaljima kanaleta i drenažne cevi

Na prilogu su date lokacije na kojima će se postavljati drenažne cevi. Rastojanje između cevi iznosi 80 m. Postavljanje ovih cevi, kao i kanaleta, će vršiti ručno dva radnika na lice mesta.

#### 4.1.5. Princip rada i temeljni elementi cevne drenaže

Sva drenirana voda se uliva u postavljene drenažne cevi. Na efikasno funkcioniranje sistema drenaže neosporno utiču sledeći elementi: dubina, razmak, prečnik, pad i dužina postavljanja drenažne cevi.

Dubina postavljanja cevi je funkcija više značajnih uticaja, međutim u konkretnom karakterističnom slučaju, dužine cevi i obavezne izvedbe 3 sloja (po Direktivi) radi izvođenja biološke rekultivacije, uslovilo je da se cevi postavljaju na dubini od 1,5 m. Smatra se da minimalna dubina postavljanja drenažnih cevi ne bi trebala da bude manja od 0,6 m, što je povezano sa mogućnošću smrzavanja tla u hladnijem kontinentalnom delu BiH.

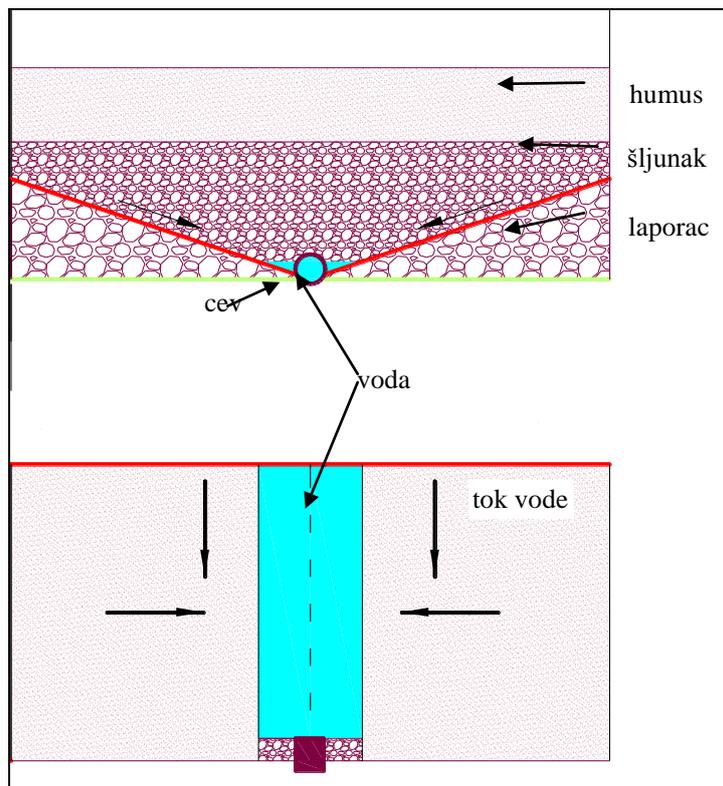
Razmak na koji je potrebno ugraditi cevi, je veoma važan faktor. Naprimera, uspešnost regulisanja previsokog nivoa vode kod hodromorfničkih zemljišta najviše zavisi od gustoće postavljenih cevi.

U konkretnom slučaju ne postoji uticaj podzemnih voda već samo atmosferskih. S obzirom na namenu tla (biološka rekultivacija) i uticaj atmosferskih padavina, usvojena je izrada slojeva na

poseban način: postavljanje prvog sloja od glinovitih laporaca kako bi voda imala adekvatan protok (slika 4.5).

U konkretnom slučaju iznad cevi predlaže se ugradnja hidrauličnog filter materijala, u obliku prirodnog šljunka granulacije 5-25 mm. Visina šljunka u drenaži bi trebala da iznosi minimalno 10 cm iznad cevi. Ostatak drenažnog sloja do 0,5 m, može se popuniti materijalom sitnije granulacije.

Pri montaži drenažnih cevi koristiće se plastične cevi od PVC-a. Sve plastične cevi moraju biti fabrički zaštićene protiv dejstva mikroorganizama, insekata i glodara.



Slika 4.5. Šematski prikaz toka voda prema drenažnim cevima

#### 4.1.6. Troškovi tehničke rekultivacije

U tabeli 4.1. su dati troškovi tehničke rekultivacije.

Tabela 4.1. Troškovi tehničke rekultivacije

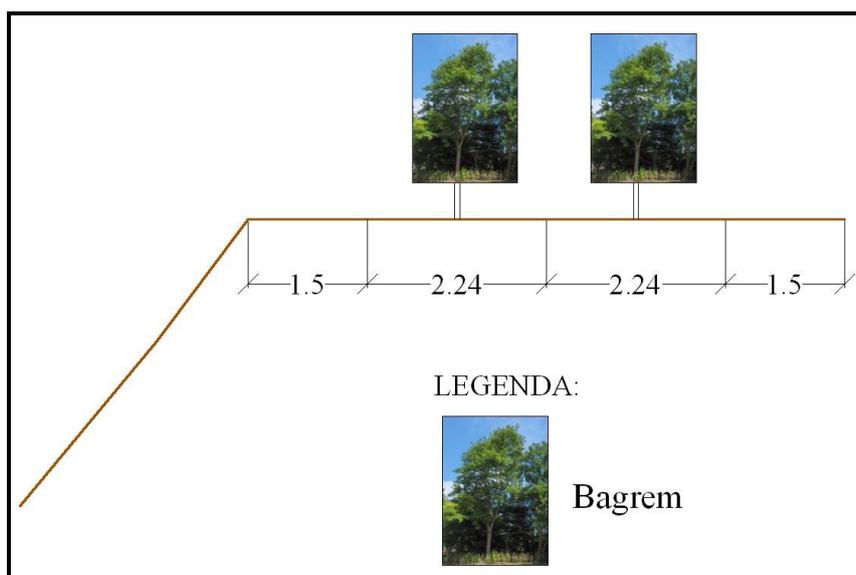
Lokacija	Faza	Ukupni troškovi, €
Deponija	1	1 935 824
Deponija	2	2 462 581
Ukupni troškovi		4 398 405

## 4.2. Биолошка рекултивација

Биолошка фаза оптималне рекултивације подразумева примену фитомелиоративних мера на супстрату у циљу успостављања и опстанка вегетације ради формирања стабилног екосистема. За успех биолошке рекултивације важни су претходни радови техничке рекултивације као и спровођење мера неге и заштите подignutih kultura u svim fazama njihovog razvoja. Izabrane kulture se uklapa u postojeći pejzaž i doprinosiće lepšem izgledu mikrolokacije.

За избор врста за пошумљавање водило се рачуна о њиховом прилагођавању условима подлоге, климе, добром пријему при садњи и отпорности на деловање основних природних фактора. Изабрана је пioniрска врста – **багрем** која је досад дала добре резултате при рекултивацији на деградираним површинама са неповољним условима.

За садњу користити саднице са умерено развијеним надземним делом и добро развијеним кorenом. Саднице за пошумљавање морају бити прве класе са слободним кorenовим системом добро формираним и развијеним. Старост садница треба да буде **2+0**. На слици 4.6 је дат профил површинског копа са приказом засађених култура.

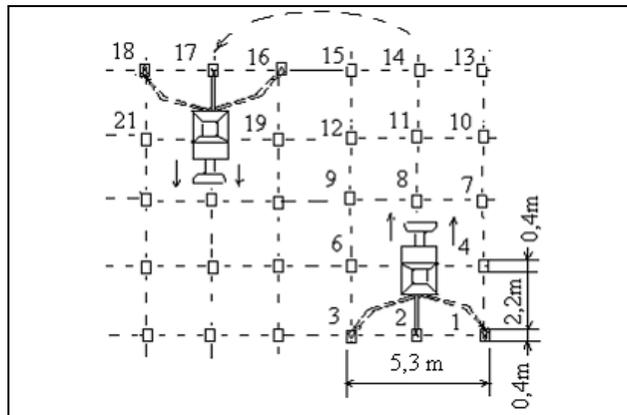


Слика 4.6. Профил површинског копа са приказом засађених култура

### 4.2.1. Технологија рада при пошумљавању равних површина

На равним површинама депонице после техничке рекултивације копају се јаме садница зглобном multifunkcionalnom kombinovanom mašinom (rovokopačem) pravougaonog preseka dubine 40cm (4.7), a саднице се sade ручно.

На слици 4.7 дат је шематски приказ копање јаме ZMKM -rovokopačem, из једног положаја машине копају се 3 јаме у једном реду.



Slika 4.7. Šema rada rovokopača na kopanju jama za sadnice na završnoj ravni

Jame sadnica se kopaju jednim potezom zarivanja kašike u tlo. Prema merenjima na terenu iz jednog položaja ZMKM-rovokopač iskopa 3 jame za 90 s. Ako se u vreme kopanja uračuna i pomeranje mašine onda vreme kopanja iznosi 2 min. Međutim postoje i nepredviđeni zastoji kao i okretanje mašine na kraju deonice. Iz tog razloga usvojeno je da za jedan sat mašinski se iskopa 60 jama za sadnice.



Slika 4.8. ZMKM-rovokopač iz jednog položaja iskopa 3 jame za sadnice (ZMKM-Zglobno multifunkcionalna kombinovana mašina)

#### 4.2.2. Način sadnje

Opšte pravilo pri sađenju sadnica je da se biljka posadi na 1-2 cm dublje od položaja u kom je bila u rasadniku. Kad se zemlja oko sadnice slegne, korenov vrat će biti u nivou zemlje.. Sadnica se u jamu postavlja vertikalno kako bi žile korena zauzele što prirodniji položaj celom dubinom. Na koren biljke se nasipa zemlja tako da korenov vrat bude 1-2 cm ispod nivoa terena. Po završenoj sadnji, neposrednu okolinu sadnice dobro ugaziti kako bi se eliminisala opasnost od formiranja “vazдушnih džepova” uz koren sadnica, što bi uslovalo sušenje.

Za sadnju se koriste zdrave sadnice sa slobodnim korenovim sistemom, starosti 2+0. Razlaganje organske materije zahteva duži period, pa se dodaje i 200g mineralno đubrivo NPK (10:20:30) po sadnici. Đubrivo se ubacuje u jamu tek kad se koren prekrije zemljom. U proleće, prilikom okopavanja, prihraniti sadnice KAN-om u količini od 200 g po sadnici.

Na platou deponije jame za sadnice su pravougaonog idealizovanog oblika.

Za pošumljavanje ravnih površina na deponiji usvojeno je 2000 sadnica/ha. Na završnoj ravni – platou deponije se jame kopaju rovokopačem, pri tome je šema sađenja sadnica pravougaona.

S obzirom da će se biološka rekultivacija vršiti samo na platou deponije, i da je usvojena da će se koristiti 2 000 sadnica/ha, dobijen je potreban broj jama za sadnice, kao i broj potrebnih sadnica koji iznosi 59 795.

#### 4.2.3. Troškovi biološke rekultivacije

Troškovi biološke rekultivacije su dati u tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Troškovi biološke faze optimalne rekultivacije

Faza	Ukupnitroškovi, €
1	32 895
2	57 071
<b>Ukupno</b>	<b>89 967</b>

## 5. UKUPNI TROŠKOVI REKULTIVACIJE

Ukupni troškovi rekultivacije dati su u tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Ukupni troškovi rekultivacije

Faza rekultivacije	Ukupni troškovi €
<b>Tehnička faza eurekaultivacije</b>	<b>4 398 405</b>
<b>Biološka eurekaultivacije</b>	<b>89 967</b>
<b>Nega i održavanje</b>	<b>31 266</b>
<b>Ostali troškovi</b>	<b>14 000</b>
<b>Ukupno</b>	<b>4 533 638</b>

## 6. ZAKLJUČAK

Pošumljavanje degradiranih površina na prvom mestu ima za cilj očuvanje životne okoline.

Efekti rekultivacije deponije pepela i šljake ogledaju se u tome da:

- Šumski zasadi omogućavaju bolje vezivanje zemljišta, stimulišu razvoj prizemne flore, aktiviraju pedološke procese u supstratu korenovim sistemom, sprečavaju insolaciju i sušenje tla, duvanje jakih vetrova i podizanje prašine.
- Pošumljavanjem degradiranih površina na deponiji pepela i šljake doprinosi se zaštiti životne sredine, poboljšavanju mikroklimе i estetskom izgledu okoline.

Ukupne degradirane površine na odlagalištima iznosi 400 628 m<sup>2</sup>.

Ukupni troškovi rekultivacije za **40,06** ha iznose: T<sub>u</sub>= **4 533 638 €** (dinamika rada 2 godine ).

Ukupna cena rekultivacije po jednom hektaru iznosi:..... **113171,19 €/ha**

Ukupna cena eurekultivacije po jednom m<sup>2</sup> iznosi: ..... **11,317119 €/m<sup>2</sup>**

## LITERATURA

1. Dopunski rudarski projekat eksploatacije dela polja c površinskog kopa Gračanica – Gacko, knjiga vi-Tehnički projekat rekultivacije i zaštite životne sredine, Beograd 2010.god.
2. Tehnički projekat rekultivacije deponije pepela i šljake, IRM ZVORNIK, 2013.god.
3. Mihailo Đokić,dipl.ing i Bratislav Krstić,dipl.ing, Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, Beograd: Rekultivacija degradiranih površina, Monografija Zaštite životne sredine gradova i prigradskih naselja, EKO-Konferencija '97, Novi Sad, 1997.
4. Miodrag Miljković, Zoran Stojković: Monografija “Uticaj površinske eksploatacije ruda metala na ekološke faktore životne okoline”, Bor,1998.

**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР**  
Зелени булевар 35, п.ф.152  
19210 Бор, Србија

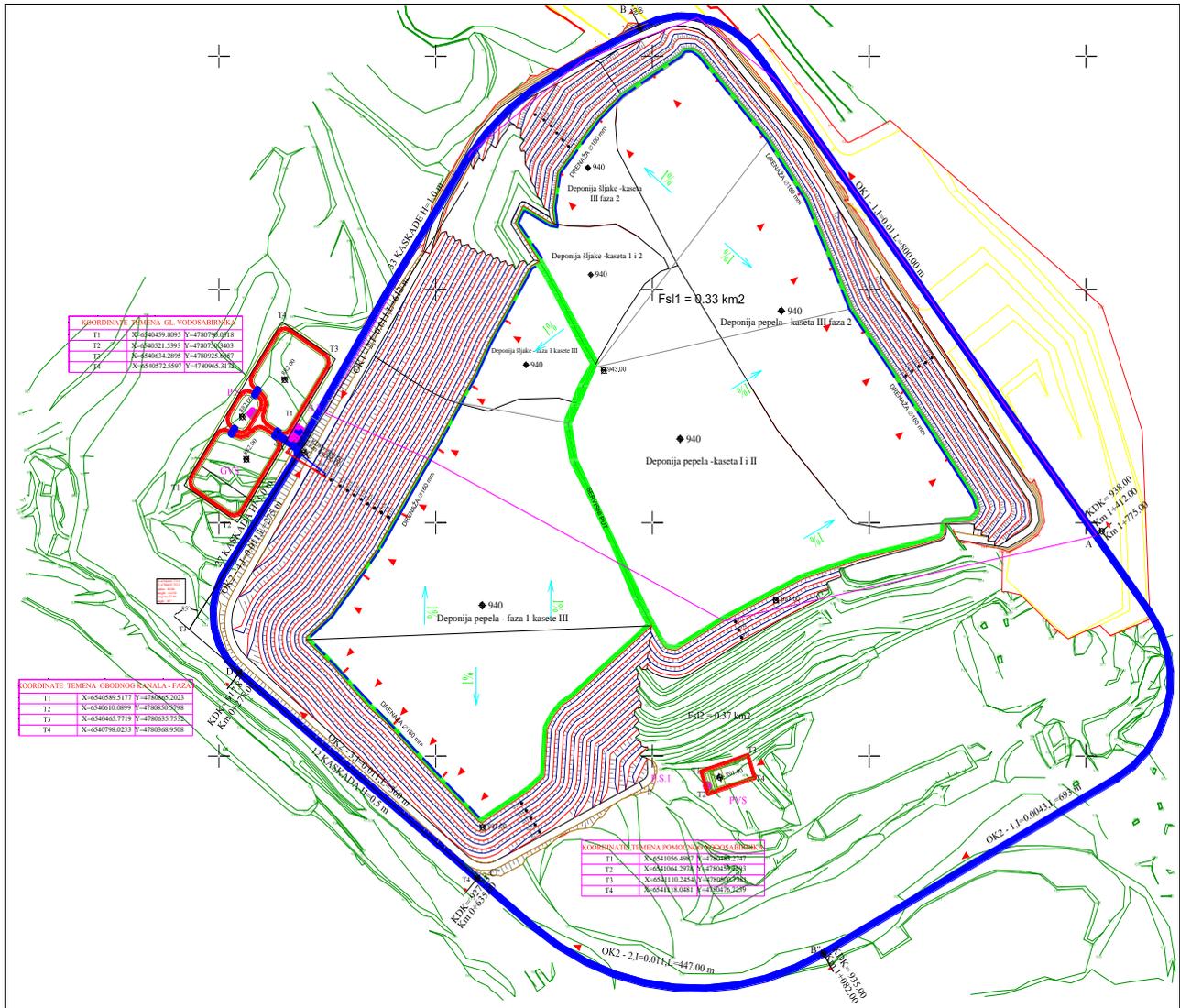


**MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR**  
35 Zeleni bulevar, POB 152  
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 \* Факс: +381 (0) 30-435-175 \* E-mail: institut@irmbor.co.rs

ПШБ: 100627146 \* МБ: 07130279 \* Жиро рачун: 160-42434-38

## PRILOG



KOORDINATE TEMENA GL. VODOSABIRNIKA	
T1	X=6540459.8095 Y=4780798.0918
T2	X=6540521.5393 Y=4780798.0913
T3	X=6540424.2089 Y=4780802.3807
T4	X=6540572.5597 Y=4780865.3128

KOORDINATE TEMENA OBODNOG KANALA - FAZA	
T1	X=6540480.5177 Y=4780862.2023
T2	X=6540610.0899 Y=4780820.9764
T3	X=6540465.7719 Y=4780635.7526
T4	X=6540798.0233 Y=4780368.9508

KOORDINATE TEMENA POMERANJA NEKASADINOG	
T1	X=6541056.4747 Y=4780629.9747
T2	X=6541056.5014 Y=4780629.9747
T3	X=6541103.2454 Y=4780629.9747
T4	X=6541138.0881 Y=4780629.9747

**LEGENDA:**

**GVS** GLAVNI VODOSABIRNIK V=32000 m3

**PVS** PRIVREMENI VODOSABIRNIK V=3270 m3

**OK1,2** OBODNI KANAL

**SK** SABIRNI KANAL

**P.S.** PUMPNA STANICA

 Drenažna cev Ø 160 mm

 kanal

 servisni put

 pad vode



# INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU U BORU NAUČNOM VEĆU

RECENZIJA TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

## NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIJE PEPELA-KASETA BR. III TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNJEM ODLAGALIŠTU POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIJE

### **Autora:**

1. Miomir Mikić, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. Milenko Ljubojev, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Daniela Urošević, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Ivana Jovanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
5. Radmilo Rajković, dipl.,ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
6. Lidija Ignjatović-Đurđevac, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
7. Dragan Ignjatović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
8. Zoran Vaduvesković, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
9. Daniel Kržanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.

### **Mišljenje recenzenta**

Odlukom Naučnog Veća IRM-a br. XIX/6.1, od 09.05.2014.god., određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: *Nova tehnologija pripreme deponije pepela-kaseta br. III termo elektrane Gacko na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica u cilju rekultivacije*

Predloženo tehničko rešenje je rezultat rada na projektu: *Tehnički projekat rekultivacije deponije pepela i šljake, IRM ZVORNIK, Zvornik, Jun 2013.god. za potrebe Mješoviti Holding "ERS", MP a.d. Trebinje, ZP "R i TE GACKO", a.d. Gacko.*

Na osnovu priložene tehničke dokumentacije iznosim sledeće mišljenje:

Predloženo Tehničko rešenje sadrži ukupno 23 strana, u okviru kojih su osim tekstualnog dela sadržane ukupno 8 tabela i 10 slika i 1 prilog. Sadržaj tehničkog rešenja je prikazan kroz sledeća pripadajuća poglavlja:

<b>UVOD</b> .....	<b>5</b>
1.1 LOKACIJA KASETE III .....	6
<b>2. REKULTIVACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA</b> .....	<b>8</b>
2.1. PEDOLOŠKE OSOBINE FLOTACIJSKE JALOVINE.....	9
2.2. HEMIJSKE OSOBINE PEPELA I ŠLJAKE.....	10
2.3. HEMIJSKE OSOBINE HUMUSA.....	11
2.4. KLIMATSKE PRILIKE.....	11
<b>3. UTICAJ DEPONIJE PEPELA I ŠLJAKE NA ŽIVOTNU SREDINU</b> .....	<b>12</b>
<b>4. OPTIMALNA REKULTIVACIJA DEPONIJE PEPELA I ŠLJAKE</b> .....	<b>12</b>
4.1. FAZA TEHNIČKE REKULTIVACIJE DEPONIJE.....	12
4.1.1. <i>Radovi na izgradnji servisnog puta</i> .....	13
4.1.2. <i>Opis radova za rekultivaciju kosina deponije</i> .....	14
4.1.3. <i>Radovi na formiranju završnog sloja na platou deponije</i> .....	15
4.1.4. <i>Postavljanje drenažnih cevi i kanaleta</i> .....	16
4.1.5. <i>Princip rada i temeljni elementi cevne drenaže</i> .....	17
4.1.6. <i>Troškovi tehničke rekultivacije</i> .....	18
4.2. BILOŠKA REKULTIVACIJA.....	18
4.2.1. <i>Tehnologija rada pri pošumljavanju ravnih površina</i> .....	19
4.2.2. <i>Način sadnje</i> .....	20
4.2.3. <i>Troškovi biološke rekultivacije</i> .....	20
<b>5. UKUPNI TROŠKOVI REKULTIVACIJE</b> .....	<b>21</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>21</b>
LITERATURA .....	21
PRILOG .....	22

Sva navedena poglavlja u prikazanom sadržaju su na jasan i prihvatljiv način objašnjena i obrađena, uz dovoljno informacija o upotrebljivosti predloženog tehničkog rešenja u cilju poboljšanja rekultivacije na odlagalištu pepela i šljake u kaseti III, lokalizovanog na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica.

## ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje pod nazivom: NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIJE PEPELA-KASETA BR. III TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNJEM ODLAGALIŠTU POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIJE, predstavlja proizvod rada na tehničkoj dokumentaciji pod nazivom: *Tehnički projekat rekultivacije deponije pepela i šljake*, IRM ZVORNIK, Zvornik, Jun 2013.god. za potrebe Mješoviti Holding "ERS", MP a.d. Trebinje, ZP "R i TE GACKO", a.d. Gacko. Odgovorni projektant Projekta rekultivacije je bio ispred IRM-a Zvornik, Miomir Mikić, dipl.ing.rud.

U tehničkom rešenju su prikazane sve neophodne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi, problem koji se njime rešava, dat je detaljan opis izvođenja tehničkog rešenja na terenu. Predloženo Tehničko rešenje omogućava i adekvatnu drenažu terena. Izvođenje faze biološke rekultivacije na platou odlagališta pepela i šljake omogućava ponovno uspostavljanje narušenog ekosistema.

Ostvareni rezultati rekultivacije potvrđuju upotrebljivost tehnologije izvođenja radova na deponiji pepela i šljake TE Gacko kao mogućnost primene pri rekultivaciji sličnih deponija pepela i šljake kao i drugih deponija ili odlagališta sa materijalima sličnih fizičko-mehaničkih osobina.

Preporučujem Naučnom veću IRM-a na osnovu izloženih argumenata, da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M81, pomenutog pravilnika.

Datum: 17. 9. 14.2014.god.

RECENZENT:



\_\_\_\_\_  
dr Mevludin Avdić, Rudarsko –  
geološki-građevinski Fakultet Tuzla

**INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU U BORU  
NAUČNOM VEĆU**

RECENZIJIA TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

**NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIJIE PEPELA-KASETA BR. III  
TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNJEM ODLAGALIŠTU  
POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIJE**

**Autora:**

1. Míomir Mikić, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. Mílenko Ljubojev, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Daniela Urošević, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Ivana Jovanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
5. Radmilo Rajković, dipl.,ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
6. Lidija Ignjatović-Đurđevac, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
7. Dragan Ignjatović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
8. Zoran Vaduvesković, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
9. Daniel Kržanović, dipl.ing.rud; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.

**Mišljenje recenzenta**

Odlukom Naučnog Veća IRM-a br. XIX/6.1, od 09.05.2014.god., određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: *Nova tehnologija pripreme deponije pepela-kaseta br. III termo elektrane Gacko na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica u cilju rekultivacije*

Predloženo tehničko rešenje je rezultat rada na projektu: *Tehnički projekat rekultivacije deponije pepela i šljake*, IRM ZVORNIK, Zvornik, Jun 2013.god. za potrebe Mješoviti Holding "ERS", MP a.d. Trebinje, ZP "R i TE GACKO", a.d. Gacko.

Na osnovu priložene tehničke dokumentacije iznosim sledeće mišljenje:

Predloženo Tehničko rešenje sadrži ukupno 23 strana, u okviru kojih su osim tekstualnog dela sadržane ukupno 8 tabela i 10 slika i 1 prilog. Sadržaj tehničkog rešenja je prikazan kroz sledeća pripadajuća poglavlja:

<b>UVOD</b> .....	<b>5</b>
1.1 LOKACIJA KASETE III .....	6
<b>2. REKULTIVACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA</b> .....	<b>8</b>
2.1. Pedološke osobine flotacijske jalovine .....	9
2.2. Hemijske osobine pepela i šljake .....	10

2.3. Hemijske osobine humusa .....	11
2.4. Klimatske prilike .....	11
<b>3. UTICAJ DEPONIJ PEPELA I ŠLJAKE NA ŽIVOTNU SREDINU .....</b>	<b>12</b>
<b>4. OPTIMALNA REKULTIVACIJA DEPONIJ PEPELA I ŠLJAKE .....</b>	<b>12</b>
4.1. Faza tehničke rekultivacije deponije .....	12
4.1.1. Radovi na izgradnji servisnog puta .....	13
4.1.2. Opis radova za rekultivaciju kosina deponije .....	14
4.1.3. Radovi na formiranju završnog sloja na platou deponije .....	15
4.1.4. Postavljanje drenažnih cevi i kanaleta .....	16
4.1.5. Princip rada i temeljni elementi cevne drenaže .....	17
4.1.6. Troškovi tehničke rekultivacije .....	18
4.2. Biološka rekultivacija .....	18
4.2.1. Tehnologija rada pri pošumljavanju ravnih površina .....	19
4.2.2. Način sadnje .....	20
4.2.3. Troškovi biološke rekultivacije .....	20
<b>5. UKUPNI TROŠKOVI REKULTIVACIJE .....</b>	<b>21</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>21</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
<b>PRILOG .....</b>	<b>22</b>

Sva navedena poglavlja u prikazanom sadržaju su na jasan i prihvatljiv način objašnjena i obrađena, uz dovoljno informacija o upotrebljivosti predloženog tehničkog rešenja u cilju poboljšanja rekultivacije na odlagalištu pepela i šljake u kaseti III, lokalizovanog na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica.

## ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje pod nazivom: NOVA TEHNOLOGIJA PRIPREME DEPONIJ PEPELA-KASETA BR. III TERMO ELEKTRANE GACKO NA UNUTRAŠNJEM ODLAGALIŠTU POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA U CILJU REKULTIVACIJE, predstavlja proizvod rada na tehničkoj dokumentaciji pod nazivom: *Tehnički projekat rekultivacije deponije pepela i šljake*, IRM ZVORNIK, Zvornik, Jun 2013.god. za potrebe Mješoviti Holding "ERS", MP a.d. Trebinje, ZP "R i TE GACKO", a.d. Gacko. Odgovorni projektant Projekta rekultivacije je bio ispred IRM-a Zvornik, Miomir Mikić, dipl.ing.rud.

Predloženo Tehničko rešenje olakšava i poboljšava izradu drenažnog sistema na deponiji pepela i šljake kao i formiranje adekvatnih slojeva (laporac, drenažni sloj i humus). Formiranje završnog sloja od humusa, na kojem se vrši biološka rekultivacija ponovo se uspostavlja narušeni ekosistem. Novo formirani zasadi bagrema će trajno sprečiti razvejavanje pepela i šljake vetrom i time spreči eventualna zagađenja okoline.

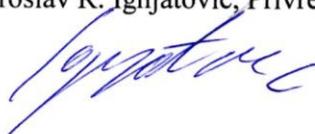
Ostvareni rezultati rekultivacije potvrđuju upotrebljivost tehnologije izvođenja radova na deponiji pepela i šljake TE Gacko kao mogućnost primene pri rekultivaciji sličnih deponija pepela i šljake kao i drugih deponija ili odlagališta sa materijalima sličnih fizičko-mehaničkih osobina.

Preporučujem Naučnom veću IRM-a na osnovu izloženih argumenata, da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M81, pomenutog pravilnika.

Datum: 13.11.2014.god.

RECENZENT:

dr Miroslav R. Ignjatović, Privredna Komora Srbije





**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ  
Број: XXIII/7.  
Од 02.12.2014.године**

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на XXIII-ој седници одржаној дана 02.12.2014. године донело:

**ОДЛУКУ**  
**о прихватању техничког решења**

**I**

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „*Нова технологија припреме депоније пепела-Касета бр.III термоелектране Гацко на унутрашњем одлагалишту површинског копа Грачаница у циљу рекултивације*“, аутора: *Миомира Микића, др Миленка Љубојева, мр Даниеле Урошевић, мр Иване Јовановић, мр Радмила Рајковића, Лидије Ђурђевац-Игњатовић, Драгана Игњатовића, Зорана Вадувесковића и мр Даниела Кржановића*.и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

**Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.  
Научни саветник**

DOKAZ O PRIMENI TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

**Nova tehnologija pripreme deponije pepela-kaseta br. III Termoelektrane Gacko na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica u cilju rekultivacije**

Ovim se potvrđuje da je nova tehnologija, predložena u navedenom tehničkom rešenju koje je realizovano u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor, prihvaćena u cilju rekultivacije deponije u ZP "Rudnik i Termoelektrana GACKO", a.d. Gacko.

ATTESTATION OF IMPLEMENTATION OF TECHNICAL SOLUTION UNDER TITLE:

**New technology of preparation of ash dump – cell no. III at TPP "Gacko", located on the inner landfill of the open pit mine Gračanica, with the aim of recultivation**

This is confirmation that the new technology, proposed in the aforementioned Technical solution designed by the Mining and Metallurgy Institute Bor, is adopted for dump recultivation in the ZP "Rudnik i Termoelektrana GACKO", a.d. Gacko.

*Handwritten signature*

Direktor

