

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. T1/37001 pod nazivom:

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Autori:

1. dr Ružica Lekovski,, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. dr Mile Bugarin, dipl.ing.geo., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Miomir Mikić, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Mr Radmilo Rajković, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.
5. Ljubiša Obradović, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,

Tehničko rešenje T1/37001 (M82) je rezultat realizacije PROJEKTA TR37001: Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje okolnih vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu okolinu BOR. Predloženo tehničko rešenje je rezultat Projekta TR 37001, za period 2011-2014.god.

Za recenzente predlažem:

1. Prof. dr. Nedeljko Magdalinović, dipl.ing. rud, redovni profesor na Fakultetu MEGATREND u Zaječaru.
2. Prof. dr. Milan Trumić, dipl.ing. rud, vanredni profesor na Tehničkom Fakultetu Bor



Saglasan rukovodilac Projekta TR 37001:

dr Mile Bugarin, viši naučni saradnik, IRM Bor

Podnosilac zahteva

Rukovski

dr Ružica Lekovski.dipl.ing.rud.

Naučni saradnik, IRM Bor



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ**

Број: VI/5.13.

Од 31.01.2012.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 VI-ој седници одржаној дана 31.01.2012. године донело:

ОДЛУКУ

*о покретању поступка за валидацијом и верификацијом
техничког решења и именовању рецензената*

I

На захтев др Ружице Лековски, дипл.инж.руд. Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Ремедијација на флотацијском јаловишту Бор применом категорија полурекултивације и ауторекултивације“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. Проф.др Недељко Магдалиновић, редовни професор Факултета за менаџмент Зајечар, МЕГАТРЕНД Универзитет
2. Проф.др Милан Трумић, ванредни професор Техничког факултета Бор

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Др Миленка Љубојевић, дипл.инж.руд.
Научни саветник



ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE (M82)

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Br.VI/5.13 od 31.01.2012.god.

Podnosilac zahteva

dr Ružica Lekovski.dipl.ing.rud.

Naučni saradnik, IRM Bor

Bor 2012.god

PROJEKAT 37001:

UTICAJ RUDARSKOG OTPADA IZ RTB-A BOR NA ZAGAĐENJE OKOLNIH VODOTOKOVA SA PREDLOGOM MERA I POSTUPAKA ZA SMANJENJE ŠTETNOG DEJSTVA NA ŽIVOTNU OKOLINU

TEHNIČKO I RAZVOJNO REŠENJE (M-82):

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Autori:

1. dr Ružica Lekovski, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. dr Mile Bugarin, dipl.ing.geo., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Miomir Mikić, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Mr Radmilo Rajković, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.
5. Ljubiša Obradović, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,

IZVOD

Flotacijsko jalovište Bor predstavlja značajan izvor zagađenja Borske reke procednim vodama iz flotacijskog jalovišta Bor. Poljoprivredno zemljište nizvodno od flotacijskog jalovišta infiltriranjem ove vode u priobalje se zagađuje i zemljište stavlja van upotrebe za gajenje poljoprivrednih useva. Zaštita od štetnog uticaja voda sa flotacijskog jalovišta Bor može da se spreči rekultivacijom površina ispod vodenog ogledala – jezera bez primene klasične metode optimalne rekultivacije. To se postiže kombinovanjem kategorija polurekultivacije i autorekultivacije. Postepenim povlačenjem vode i smanjenjem površina pod vodom, postiže se da se barsko bilje koje je niklo uz pomoć polurekultivacije i autorekultivacije se suši i prekriva peskovito tlo. Vetrovo iz pravca severozapada ne mogu da podignu prašinu. Truljenjem barske vegetacije stvaraju se uslovi za samoozelenjavanjem takvih površina bez aktivnosti čoveka.

Ključne reči: flotacijsko jalovšte, voda, zaštita životne sredine, rekultivacija,

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 12 strana uključujući i naslovne strane, sa sledećim sadržajem:

1.UVOD

2.REMEDIJACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA

2.1.Kategorije rekultivacije

2.2.Pedološke osobine flotacijske jalovine

2.3.Fizičko–mehaničke osobine flotacijske jalovine

2.3.1.Analiza nosivosti tla

2.4.Granulometrijske osobine flotacijske jalovine

2.5.Hemijske osobine flotacijske jalovine

2.6.Klimatske karakteristike sa odgovarajućim parametrima

3.UTICAJ POVRŠINA POD VODOM (JEZEROM) NA ŽIVOTNU SREDINU

3.1.Izbor metode remedijacije rekultivacije

3.1.1.Barska trska

3.2. Polurekultivacija i autorekultivacija

3.2.1.Izbor lokacije pozajmišta za humus i potrebna količina

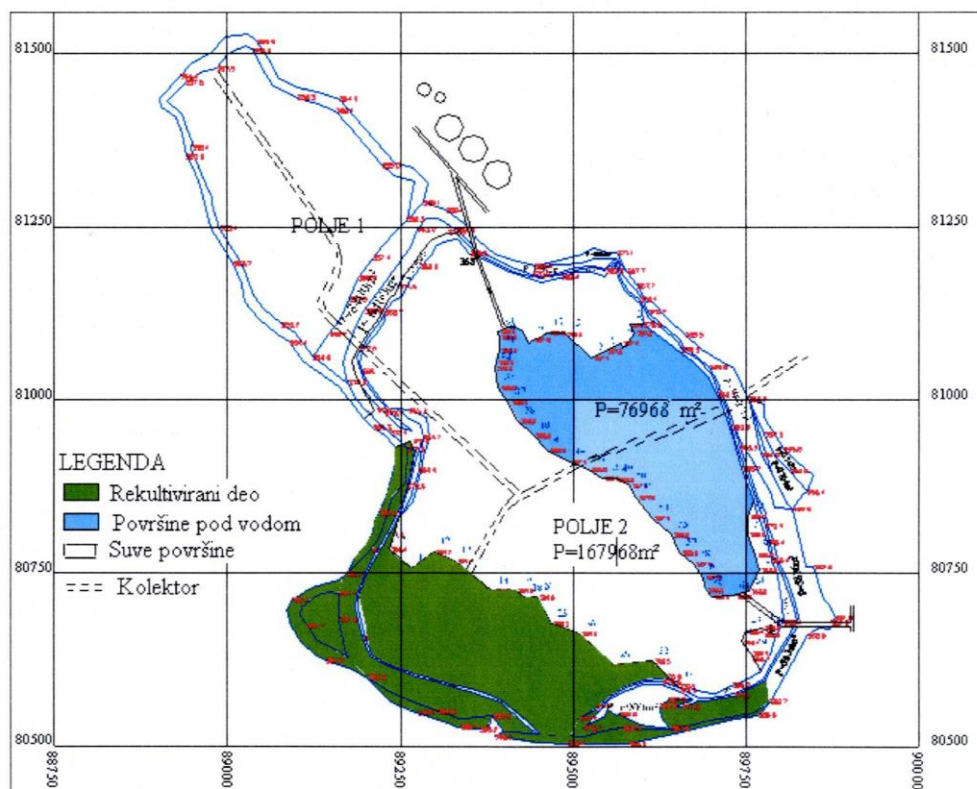
3.2.2. Utovar, transport, istovar humusa i guranje buldozerom humusa u jezero

4.UKUPNI TROŠKOVI REMEDIJACIJE POVRŠINA POD VODOM FLOTACIJSKOG JALoviŠTA BOR

5.ZAKLJUČAK

1. UVOD

Flotacijsko jalovište Bor formirano je krajem 1932. godine u neposrednoj blizini flotacije u Boru u dolini Borskog potoka na lokaciji Polja 1. (slika 1) od strane francuske kompanije vlasnika Borskog rudnika. Odlaganje flotacijske jalovine na istoj lokaciji nastavili su i Nemci u toku II svetskog rata. Obnovom i rekonstrukcijom rudnika od strane Jugoslavije, nastavljeno je odlaganje flotacijske jalovine na istoj lokaciji. U Polju 1 flotacijska jalovina je odlagana prosečno do K+356 mnv. Šesdesetih godina dvadesetog veka formirano je Polje 2 FJ Bor podizanjem brane između Polja 1 i Polja 2 visine 17 m i obodnog nasipa dužine preko 2000 m i visine 15 m sa kotom 369÷372 m. Odlaganje flotacijske jalovine na Polju 2 flotacijskog jalovišta Bor završeno je 1987 godine sa prosečnom kotom odlaganja +369 mnv. Ispod flotacijskog jalovišta u terenu je izgrađen kolektor za odvod gradske kanalizacije. Kontak kolektora i flotacijske jalovine postoji na dva mesta u ukupnoj dužini od 170 m. Maksimalna dubina nasute jalovine u srednjem delu Polja 1 uz branu prema Polju 2 je oko 40 m. Dubina Polja 2 je oko 50 m, dok je najmanja dubina uz nasip prema železničkoj pruzi Bor – Zaječar oko 10 m. Oblik jalovišta je približno bubrežast (Slika 1), dužine oko 1600 m i širine 300-500 m sa ukupnom površinom 576 000 m². Procedne vode iz tela jalovišta se slivaju prema kolektoru koji je lociran po sredini jalovista. Kolektor odvodi fekalne vode u Borsku reku gde se mešaju sa industrijskim vodama iz metalurških pogona.



Slika 1. Flotacijsko jalovište Bor (Polje 1 i Polje 2)

2.REMEDIJACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA

Obnavljanje загаđenih sredina nastalih kao rezultat aktivnosti čoveka naziva se remedijacija (rekultivacija, revitalizacija, regeneracija).

U cilju zaštite životne sredine Bora, flotacijsko jalovište Bor treba rekultivirati. Degradirane površine flotacijskog jalovišta su u obliku:

- ravnih površina (krune brane i ogledala jalovišta- suve i površine pod vodom) i
- kosih površina (spoljašnje i unutrašnje kosine brana i obodnih nasipa).

Površine za rekultivaciju su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Površine flotacijskog jalovišta Bor za rekultivaciju

Oblik površina FJ Bor	Površine flotacijskog jalovišta Bor, m ²					
	Kruna	Plaže	Površine pod vodom	Spoljašnja kosina	Unutrašnja kosina	Ukupno
Bрана Polja 2	6 400,0			8 400,0	3 300,0	18 100,0
Severoistočni deo jal. -Plaže		83 984,0				83 984,0
Zapadni deo obodnog nasipa	1 800,0				360,0	2 160,0
Južni deo jalov.-Plaže		83 984,0				83 984,0
Kose površine na istočnoj strani jalovišta				21 509,0	4 600,0	26 109,0
Jugoistočni deo obodnog nasipa	3 600,0					3 600,0
Južna degr.površina u rekultivir. delu jalovišta		6 900,0				6 900,0
Površine pod vodom			76968,0			76 968,0
Svega	11 800,0	174 868,0	76968,0	29 909,0	8 260,0	301 805,0

Ukupno površina za rekultivaciju na flotacijskom jalovištu Bor ima 30,18,05 ha.

2.1.Kategorije rekultivacije

U svetu i kod nas poznate su tri kategorije rekultivacije:

Autorekultivacija (spontana rekultivacija) je vid samoobnavljanja biljnih vrsta bez čovekove intervencije na degradiranim površinama.

Polurekultivacija (semirekultivacija) se odnosi na obnavljanje degradiranih prostora uz učešće čoveka u pojedinim fazama.

Optimalna rekultivacija podrazumeva aktivnosti čoveka na sprovođenju svih faza: agrotehničke, tehničke i biološke rekultivacije na degradiranim površinama.

Tema ovog **Tehničkog rešenja** su površine pod vodom (jezerom) i njihovo ozelenjavanje bez primene klasičnih metoda rekultivacije.

Za revitalizaciju treba primeniti kategorije: polurekultivacije i autorekultivacija. Za uspeh ovih rekultivacija potrebno je prvo izvesti polurekultivaciju koja uključuje utovar, transport i izguranje humusa u jezero pomoću hidromonitora.

2.2. Pedološke osobine flotacijske jalovine

Za sprovođenje rekultivacije važni su pedogenetski procesi na degradiranim površinama. Na flotacijskom jalovištu Bor preovlađuje ujednačen materijal sitne granulacije. Ovakav tip supstrata uslovljava loš vodno – vazdušni režim za razvoj biljaka kada su površine suve. Proces oksidacije sulfidnog sumpora su veoma odmakli pa flotacijska jalovina ima osobine kisele sredine. Zbog nedostatka glinenih čestica sa organskim materijama na degradiranim površinama flotacijskog jalovišta Bor, nije došlo do pedoloških procesa i stvaranja humusa i pristupačnih elemenata za ishranu biljaka. Zbog toga na suvim i na površinama pod vodom nije došlo do aktiviranja niti pokretanja zemljišne mikroflore. Za ozelenjavanje površina flotacijskog jalovišta potrebno je unošenje organskih materija u supstrat u vidu humusa, čime se ubrzava mikrobiološki proces i omogućava se kontinuirani priliv biljnih asimilatativa za biološku rekultivaciju degradiranih površina.

2.3. Fizičko–mehaničke osobine flotacijske jalovine

Supstrat na flotacijskom jalovištu predstavlja inertan usitnjen materijal proizveden flotiranjem bakarne rude iz jame Bor i površinskog kopa Bor posle koncentracije korisnih komponenata. Ovaj materijal predstavlja konglomerat usitnjenih stena rude bakra. Površine brana i obodnog nasipa su formirane od cikloniranog peska, dok su ravne površine unutar jalovišta formirane od sitnih čestica flotacijskog mulja, koje se talože iz vode. Kada su površine duži period suve kao što je na flotacijskom jalovištu Bor, nosivost tla je bolji pa za rekultivaciju se mogu koristiti mehanizacija težine od 10t do 15t.

Površine pod vodom posle sušenja imaju slabu nosivost tla i fizičko mehaničke osobine su nepoгодne za kretanje mehanizacije u cilju rekultivacije. Iz tih razloga na površinama pod vodom treba primeniti polurekultivaciju i autorekultivaciju.

2.3.1. Analiza nosivosti tla

Analiza nosivosti isušenog tla – plaža flotacijskog jalovišta radi kretanja rudarske mehanizacije u cilju dovoženja humusa izvršena je na osnovu parametara tla planuma ($\gamma=19,92 \text{ kN/m}^3$; $\varphi=30^\circ$; $c=4,98 \text{ kN/m}^2$), dobijenih geotehničkim istraživanjima na flotacijskom jalovištu Bor izvršenih 1986. godine od strane Interprojekta iz Beograda.

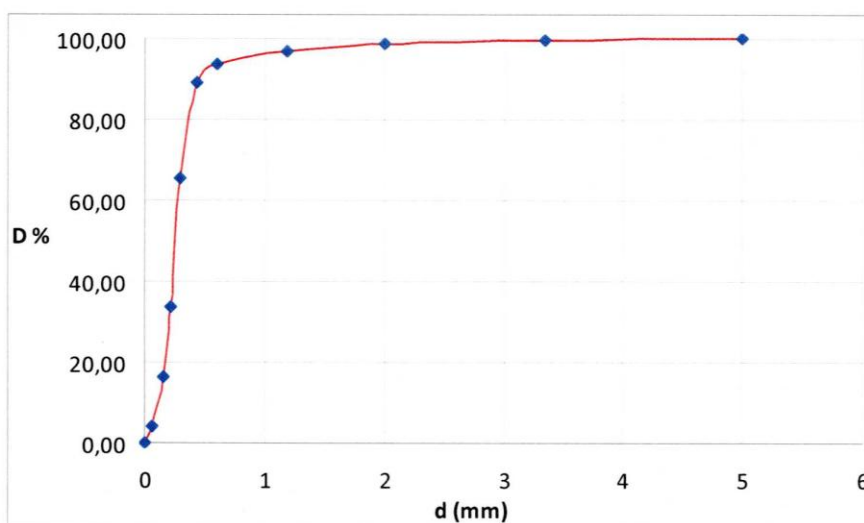
Na osnovu izvršene analize preporučuje se korišćenje buldozera snage 55kW (75 ks), radne težine 8970 kg, čija dužina opterećenja iznosi 4,13 m, širina gusenica je 0,406 m, a specifični pritisak $P_0=0,60 \text{ kg/cm}^2$. Za transport humusa preporučuju se kamioni tipa 1314 FAP, motor 111A/107 kW sa korisnom nosivosti 8t i dozvoljene ukupne težine mase vozila 13750,0 kg ili kamioni drugih proizvođača istih karakteristika. Takođe, se preporučuje investitoru da pre početka izvođenja rekultivacije na isušanim površinama akumulacionog prostora se izvrše geotnička istraživanja kako bi se prognoza o nosivosti tla potvrdila i koristila odgovarajuća mehanizacija.

2.4. Granulometrijske osobine flotacijske jalovine

Ispitivanje granulometrijskog sastava flotacijske jalovine na površinama ispod jezera nisu vršena ali se mogu očekivati sledeći granulometrijski sastava dat u tabeli 2.

Tabela 2 Očekivan granulometrijski sastav flotacijske jalovine na površinama ispod vode-jezera

d(mm)	M(%)	R(%)	D(%)
-5+3,35	0,40	0,40	100,00
-3,35+2,00	0,90	1,30	99,60
-2,00+1,18	1,80	3,10	98,70
-1,18+0,600	3,10	6,20	96,90
-0,600+0,425	4,70	10,90	93,80
-0,425+0,300	23,60	34,50	89,10
-0,300+0,212	31,80	66,30	65,50
-0,212+0,150	17,50	83,80	33,70
-0,150+0,063	12,00	95,80	16,20
-0,063+0,00	4,20	100,00	4,20



Slika 2 - Očekivan granulometrijski sastav flotacijske jalovine na površinama ispod vode-jezera

2.5. Hemijske osobine flotacijske jalovine

Očekivane hemijske osobine flotacijske jalovine ispod vodene površine – jezera su prikazane u tabeli 3.

Tabela 3 – Očekivan hemijski sastav jalovine ispod vodene površine – jezera na flotacijskom jalovištu Boru

Elementi analize	Očekivan hemijski sastav flotacijske jalovine ispod vodene površine – jezera FJ Bor
Cu ukupni	0,125 %
Cu kalk.	0,012 %
Cu sulfidni	0,072 %
Cu sulfatni	0,018 %
Cu oksidni	0,023 %
S	8,71 %
Fe	6,98 %
SiO ₂	57,88 %
Al ₂ O ₃	14,08 %
As	nema
Ag	3,8 gr/t
Au	0,1 gr/t

2.6. Klimatske karakteristike sa odgovarajućim parametrima

Klima na području Bora je kontinentalna sa srednje godišnjim temperaturama 10,8°, i relativnom vlažnošću 71%, i pritiskom vazduha 971,6 mbara. Srednja godišnja količina padavina u Boru i okolini iznosi 583,0 mm, a najbogatiji mesec sa padavinama je juni mesec sa srednjom količinom 65,5 mm. Mart je mesec sa najmanjom količinom padavina od 26,1 mm. Bor i okolina spada u područja gde su pljuskovite padavine sa izlivom velikih količina vode retka pojava, što je posledica zavetrenosti u odnosu na prodore sa severozapada koji donose padavine u ostalim delovima Srbije. Broj dana sa snegom u Boru iznosi 26,3 dana, dok je prosečna visina snežnog pokrivača iznosi 101,1 cm. U Boru i okolini najčešća su zastupljena severozapadna strujanja. Brzine i čestine vetrova su prikazani u tabeli 4.

Tabela 4. Čestine i brzine vetrova na području Bora i okoline

Pravac	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Č %	0,6	0,3	0,3	2,5	6,6	1,0	0,4	0,5	3,4	1,1	0,4	1,1	6,6	8,9	6,7	1,3	57,7
V m/s	1,6	1,54	1,88	1,86	1,64	0,74	1,06	0,96	1,66	1,18	1,04	1,32	2,06	2,54	2,5	1,76	-

3. UTICAJ POVRŠINA POD VODOM (JEZEROM) NA ŽIVOTNU SREDINU

Voda (jezero) koja prekriva površine flotacijskog jalovišta Bor, štite naselje Sloga od podizanja prašine sa flotacijskog jalovišta i transportovanje čestica putem vetra. Međutim, ove površine se vodom vlaže i dolazi do luženja minerala bakra iz jalovine pri čemu se stvaraju kisele vode koje procedivanjem kroz telo jalovišta dospevaju u tok Borske reke i dodatno zagađuju reku. Kisele vode iz Borske reke nizvodno od flotacijskog jalovišta Bor zagađuju poljoprivredno zemljište infiltracijom u tlo u priobalju reke sve do uliva u Timok. U cilju zaštite Borske reke od procednih voda iz tela flotacijskog jalovišta, površine pod vodom treba rekultivirati i isušiti. Ozelenjavanjem površina prestaje potreba za držanjem tih površina od 76 968,0 m² pod vodom.

3.1. Izbor metode remedijacije rekultivacije

Površine flotacijskog jalovišta Bor koje su od formiranja jalovišta pod vodom, za sušenje i izvođenje optimalne rekultivacije i kretanje mehanizacije po tim površinama potreban je dug vremenski period. Radi ubrzanja procesa rekultivacije površina pod vodom treba rekultivirati kombinovanjem kategorije *polurekultivaciju* i *autorekultivacije*. Opravdanost za izbor ovih kategorija rekultivacije poslužila je situacija na terenu na Polju 1. flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj koja je ilustrovana slikom 3.



Slika 3. Autorekultivacija Polja 1. flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj

Sa okolnog terena oko Polja 1 koje nije bilo u eksploataciji, bujicama humus je posle atmosferskih padavina erodovan i transportovan u taložno jezero flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. Dospevanjem humusa na površine pod vodom stvoreni su uslovi za pionirsko naseljavanje obale taložnog jezera barskim biljem. Pojava barskih biljaka i ozelenjavanje površina taložnog jezera putem autorekultivacije, dobijena je ideja o ubrzanom stvaranju uslova o naseljavanju površina flotacijskog jalovišta Bor barskim biljem ispod vodenog ogledala primenom polurekultivacije.

3.1.1. Barska trska

Obična trska (*phragmites communis*) je samonikla biljka koja raste u močvarnim predelima, a sa slike 2. se može videti da raste i u taložnom jezeru Polja 1. flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj jer je humus bujicama dospeo u jezero. Ptice, žabe i mnogobrojne vrste insekata, barsku trsku koriste kao azil i mesto opstanka. Ako se trska ne seče, vremenom počinje da pada u vodu i truli. U sušnom periodu ako se ne dodaje voda u jezeru, dolazi do povlačenja jezera a površine na obali jezera se isušuju.

Isušene površine sa flotacijskim peskom bivaju pokrivene truležima biljnog porekla i kao takve imaju sposobnost samoobnavljivanja. Pozitivno je i to što barska trska u svetu i kod nas se koristi i za prečišćavanje otpadnih voda biološkom metodom "mokro polje". Osnovna karakteristika ove metode je da jednu fazu prečišćavanja izvodi barska trska (hemijski i biološki se prečišćava voda uz pomoć barske trske).

3.2. Polurekultivacija i autorekultivacija

Za remidijaciju površina pod vodom na flotacijskom jalovištu Bor moraju da se stvore uslovi za nicanje barskih biljaka. Po ubrzanom postupku može se postići ako se primeni polurekultivacija sa autorekultivacijom. Za uspeh ovih kategorija rekultivacije treba stvoriti početne uslove. Na ivici oko jezera treba da se doveze i istovaruje humus u gomilama. Buldozer svojim plugom gura humus na ivici jezera. Aktiviranjem hidromonitora, humus se sa ivice jezera mlazom vode transportuje u jezero. Humus se iz vode taloži na površine ispod vodenog ogledala ili jezera. Razbacanjem (prirodno sejanje) semena *pharagimites communis* na površinu vode. Na taj način su stvoreni početni uslovi za brzo nicanje barske trske bliže obali jezera. Dalji posao širenja barskih bilja na čitavom prostoru ispod jezera preuzima autorekultivacija. Ozelenjeni pojas u priobalju jezera se narednih godina isušuje. Preko ovako isušenog pojasa unaokolo jezera se humus dovozi ručnim kolicima i istovaruje u gomilama na novoj ivici jezera. Mlazom hidromonitora se zemlja ponovo transportuje na za ostali deo površina prema sredini jezera. Ovakav postupak se ponavlja prema potrebi sve dok se ne ozelene sve površine pod vodom. Površine koje se isušuju prekrivene su barskim biljem koje se suše i trule i stvaraju uslove za naseljavanje pionirski vrsta na suvim površinama.

3.2.1. Izbor lokacije pozajmišta za humus i potrebna količina

Najekonomičnije je kada se humus može koristiti sa obližnjih površina što nije slučaj kod flotacijskog jalovišta Bor, jer se jalovište nalazi u industrijskom krugu, gde su okolne površine degradirane rudarskim radovima. Na udaljenosti od 5 km unaokolo nema pozajmišta za humus. Iz tih razloga se predlaže da se humus otkopava sa površina planiranih za proširenje Polja 1. flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj pre nadogradnje Polja 1. Udaljenost pozajmišta je oko 8 km i utiče na povećavanje transportnih troškova, odnosno troškova polurekultivacije. Cena jednog m³ humusa iznosi 1,0 EUR.

Za proračun potrebne količine humusa planirana je da se pokrije površina od 76 968,0 m² slojem humusa od 10 cm plus rastur od 30%. Potrebna količina humusa iznosi 11 506,7 m³. Debljina humusa od 10 cm ne utiče negativno na stabilnost flotacijskog jalovišta Bor. Procenjuje se da će visina humusa biti veća bliže obali jezera, dok će prema sredini nanos humusa biti manji.

3.2.2. Utovar, transport, istovar humusa i guranje buldozerom humusa u jezero

Humus se buldozerom otkopava rezanjem humusnog sloja debljine do 20 cm. Utovar humusa u kamione vrši se utovarivačem. Kamioni puni humusa dovoze se do industrijskog kruga i pristupnog puta flotacijskog jalovišta Bor. Puni kamioni prelaze na suve površine na bezbednom rastojanju od ivice jezera (vodenih površina) i u gomilama istovaruju humus. Prilikom istovara (kipanja) humusa iz kamiona, na radilištu mora biti prisutan i pomoćni radnik koji svojim instrukcijama usmerava pravilno i bezbedno kretanje kamiona po jalovištu. Istovar humusa vrši se otvaranjem bočne ili zadnje stranice sanduka (korpe) kamiona. Pored pomoćnog radnika istovaru i guranju humusa u jezero treba da prisustvuje i šef radilišta.

Kada se iz korpe(sanduka) kamiona istovari humus, korpa se vraća u prvobitni položaj i prazan kamion se vraća po bezbednoj površini. Buldozer služi da humus odgura i približi ivici jezera. Aktiviranjem hidromonita i jakim mlazom vode se zemlja transportuje dalje putem vode na površine ispod vode.

4. UKUPNI TROŠKOVI REMEDIJACIJE POVRŠINA POD VODOM FLOTACIJSKOG JALoviŠTA BOR

Za dovoz humusa na flotacijsko jalovište Bor potrebno je od kopovske jalovine izgraditi pristupni put.

- Трошкови израде pristupnog puta $T_u = 2\,569,0\,€ + 6\,600,0\,€ + 350,0\,€ = 9\,519,0\,€$
(* трошкови nivelisanja-planiranja puta). Ovi трошкови треба равномерно да се подеље са трошковима optimalne rekultivacije suvih površina flotacijskog jalovišta Bor
- Трошкови polurekultivacije uključuju otkopavanje utovar transport, odgurivanje humusa buldozerom i rad hidromonitora.
- Трошкови otkopavanja humusa: **2 917,20 €**
- Трошкови utovara humusa: **10 483,9 €**
- Трошкови transporta humusa: **71 175,60 €**
- Трошкови odgurivanja humusa plugom buldozera: **1 770,30 €**
- Трошкови rada monitora: **3 500,0 €**
- Трошкови nadzora: **5 000,0 €**
- Трошкови humusa: **11 506,7€**

5. ZAKLJUČAK

Obala taložnog jezera će vremenom da se pomera prema sredini jezera. Na isušanim površinama barsko bilje će se isušiti i truljenjem tih biljaka stvaraju se uslovi za naseljavanje pionirskih vrsta biljaka karakterističnih za peskovita zemljišta.

Kombinovanjem polurekultivacije i autorekultivacije ubrzava se proces rekultivacije vlažnih površina flotacijskog jalovišta bez primene klasične metode optimalne rekultivacije. Takođe su i трошкови rekultivacije manji jer se ne primenjuje klasična biološka rekultivacija kao ni dodatni radovi za isušivanje površina i stvaranja uslova za kretanje mehanizacije po njima. Takođe, se izbegava problem mogućnosti podizanja prašine dok se površine suše i njen transport u životnoj sredini.

LITERATURA

1. Glavni projekat rekultivacije površina starog flotacijskog jalovišta Flotacije Bor, Rudnici bakra i nemetala BOR 1991.

NAUČNOM VEĆU IRM-a Bor

PREDMET: RECENZIJIA TEHNIČKOG REŠENJA

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Autori:

1. dr Ružica Lekovski,., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. dr Mile Bugarin, dipl.ing.geo., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Miomir Mikić, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Mr Radmilo Rajković, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.
5. Ljubiša Obradović, dipl.ing.rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,

MIŠLJENJE RECENZENTA

Odlukom Naučnog Veća IRM-a od 31.01.2012. god. br. VI/5.12, određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom:

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 37001: *Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje okolnih vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu okolinu BOR*. Predloženo tehničko rešenje je rezultat Projekta TR 37001, za period 2011-2014.god.

U skladu sa iznetim iznosim svoje mišljenje na osnovu priložene tehničke dokumentacije. Tehničko rešenje predstavljeno na 12 strana, obuhvata 4 tabele, 3 slika. Sadržaj tehničkog rešenja je prikazan kroz sledeća pripadajuća poglavlja:

1.UVOD

2.REMEDIJACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA

2.1.Kategorije rekultivacije

2.2.Pedološke osobine flotacijske jalovine

2.3.Fizičko–mehaničke osobine flotacijske jalovine

2.3.1.Analiza nosivosti tla

2.4.Granulometrijske osobine flotacijske jalovine

2.5.Hemijske osobine flotacijske jalovine

2.6.Klimatske karakteristike sa odgovarajućim parametrima

3.UTICAJ POVRŠINA POD VODOM (JEZEROM) NA ŽIVOTNU SREDINU

3.1. Izbor metode remedijacije rekultivacije

3.1.1. Barska trska

3.2. Polurekultivacija i autorekultivacija

3.2.1. Izbor lokacije pozajmišta za humus i potrebna količina

3.2.2. Utovar, transport, istovar humusa i guranje buldozerom humusa u jezero

4. UKUPNI TROŠKOVI REMEDIJACIJE POVRŠINA POD VODOM FLOTACIJSKOG JALoviŠTA BOR

5. ZAKLJUČAK

ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje pod nazivom: *REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALoviŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE*, predstavlja rezultat projekta TR 37001: *Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje okolnih vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu okolinu BOR*.

Predloženo Tehničko rešenje je pripremljeno u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. Glasnik, RS 38/2008.

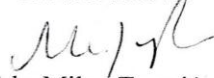
U tehničkom rešenju su prikazane sve neophodne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi, problem koji se njime rešava, dat je detaljan opis procesa remedijacije na flotacijskom jalovištu Bor primenom dve kategorije rekultivacije: polurekultivacija i autorekultivacija, pri čemu su iznete sve prednosti ovih metoda pri izvođenju radova na rekultivaciji.

Ostvareni rezultati rekultivacije potvrđuju upotrebljivost primenjenih tehnologija rekultivacije ne samo na flotacijskom jalovištu Bor već i šire.

Na osnovu napred navedenog preporučujem Nučnom Veću IRM-a da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M 82, u skladu sa pomenutim pravilnikom.

Datum: _____ . god.

RECENZENT:



Vanr. Prof dr. Milan Trumić, dipl.ing.rud.
Tehnički Fakultet Bor

NAUČNOM VEĆU IRM-a Bor

PREDMET: RECENZIJIA TEHNIČKOG REŠENJA

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Autori:

1. dr Ružica Lekovski,, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
2. dr Mile Bugarin, dipl.ing.geo., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
3. Miomir Mikić, dipl,ing rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,
4. Mr Radmilo Rajković, dipl,ing rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor.
5. Ljubiša Obradović, dipl,ing rud., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,

MIŠLJENJE RECENZENTA

Odlukom Naučnog Veća IRM-a od 31.01.2012. god. br. VI/5.12, određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom:

REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 37001: *Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje okolnih vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu okolinu BOR*. Predloženo tehničko rešenje je rezultat Projekta TR 37001, za period 2011-2014.god.

U skladu sa iznetim iznosim svoje mišljenje na osnovu priložene tehničke dokumentacije. Tehničko rešenje predstavljeno na 12 strana, obuhvata 4 tabele, 3 slika. Sadržaj tehničkog rešenja je prikazan kroz sledeća pripadajuća poglavlja:

1.UVOD

2.REMEDIJACIJA DEGRADIRANIH POVRŠINA

2.1.Kategorije rekultivacije

2.2.Pedološke osobine flotacijske jalovine

2.3.Fizičko–mehaničke osobine flotacijske jalovine

2.3.1.Analiza nosivosti tla

2.4.Granulometrijske osobine flotacijske jalovine

2.5.Hemijske osobine flotacijske jalovine

2.6.Klimatske karakteristike sa odgovarajućim parametrima

3.UTICAJ POVRŠINA POD VODOM (JEZEROM) NA ŽIVOTNU SREDINU

3.1.Izbor metode remedijacije rekultivacije

3.1.1.Barska trska

3.2. Polurekultivacija i autorekultivacija

3.2.1.Izbor lokacije pozajmišta za humus i potrebna količina

3.2.2. Utovar, transport, istovar humusa i guranje buldozerom humusa u jezero

4.UKUPNI TROŠKOVI REMEDIJACIJE POVRŠINA POD VODOM FLOTACIJSKOG JALoviŠTA BOR

5.ZAKLJUČAK

ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje pod nazivom: *REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALoviŠTU BOR PRIMENOM KATEGORIJA POLUREKULTIVACIJE I AUTOREKULTIVACIJE*, predstavlja rezultat projekta TR 37001: *Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje okolnih vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu okolinu BOR*.

Predloženo Tehničko rešenje je pripremljeno u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. Glasnik, RS 38/2008.

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 procesa remedijacije na flotacijskom jalovištu Bor primenom dve kategorije rekultivacije: polurekultivacija i autorekultivacija, pri čemu su iznete sve prednosti ovih metoda pri izvođenju radova na rekultivaciji.

Ostvareni rezultati rekultivacije potvrđuju upotrebljivost primenjenih tehnologija rekultivacije ne samo na flotacijskom jalovištu Bor već i šire.

Na osnovu napred navedenog preporučujem Nučnom Veću IRM-a da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M 82, u skladu sa pomenutim pravilnikom.

Datum: 30. 04. 2012 . god.

RECENZENT:



Red. Prof dr. Nedeljko Magdalinović, dipl.ing.rud.
MEGATREND UNIVERZITET



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 436-826; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ
Број: X/7.5.
Од 09.10.2012.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 X-ој седници одржаној дана 09.10.2012. године донело:

ОДЛУКУ
о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Ремедијација на флотацијском јаловишту Бор применом категорија полурекултивације и ауторекултивације“, аутора: др Ружице Лековски, др Милета Бугарина, Миомира Микића, мр Радмила Рајковића и Љубише Обрадовића 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