

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

Ružica Lekovski

dr Ružica Lekovski.dipl.ing.rud.

Naučni saradnik, IRM Bor



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ
Број: VI/5.12.
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 рецензента*

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 флотајском жаловишту Бор применом категорија полурекултивације и ауторекултивације“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензента 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 Ђубојевић, дипл.инж.руд.
Научни саветник



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

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 150 – 453 - 40

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 jalovište, 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

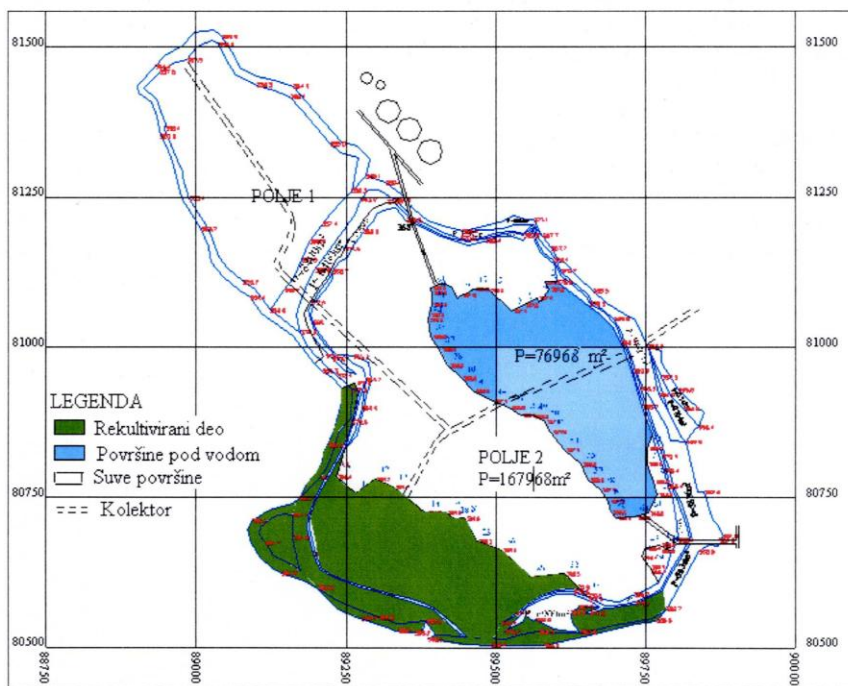
3.2.2. Utovar, transport, istovar humusa i guranje buldozerom humusa u jezero

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 zagađenih 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					Ukupno
	Kruna	Plaže	Površine pod vodom	Spoljašnja kosina	Unutrašnja kosina	
Brana 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 применити категорије: полурекултивације и ауторекултивација. За успех ових рекултивација потребно је прво извести полурекултивацију која укључује утовар, транспорт и изгарање хумуса у језеро помоћу хидромонитора.

2.2. Pedološke osobine flotacijske jalovine

Za sprovođenje рекултивације важни су педогенетски процеси на деградираним поврšinама. На flotacijsком жаловишту Бор преовлађује уједначен материјал sitне granulације. Ovakav тип supstrata условљава лош водно – ваздушни режим за развој биљака када су површине суве. Процеси оксидације sulfидног сumpора су веома одмакли па flotacijsка жаловина има особине киселе средине. Zbog недостатка glinenih честица са organsким материјама на деградираним поврšinама flotacijsког жаловишта Бор, nije дошло до педолошких процеса и стварања хумуса и приступачних елемената за isхранu биљака. Zbog toga на сувим и на поврšinама под водом nije дошло до активирања нити покретања земљишне микрофлоре. За озеленјаванје површина flotacijsког жаловишта потребно је уношење organsких материја у supstrat у виду хумуса, чиме се убрзава микробиолошки процес и омогућава се континуирани приток биљних asimilatativa за биолошку рекултивацију деградираних површина.

2.3. Fizičko–mehaničke osobine flotacijske jalovine

Supstrat на flotacijsком жаловишту представља инертан уситњен материјал произведен flotирањем бакарне rude из jame Бор и површинског kopa Бор после концентрације корисних компонената. Ovaj материјал представља konglomerat уситњених стена rude bakра. Површине brana и ободног насипа су formirane од циклонiranог песка, dok су равне површине unutar жаловишта formirane од sitних честица flotacijsког mulја, које се таложе из воде. Када су површине дузи период суве као што је на flotacijsком жаловишту Бор, носивост тла је бољ па за рекултивацију се могу користити механизација тежине од 10t до 15t.

Површине под водом после сушења имају слабу носивост тла и физичко меканичке особине су непгодне за кретање механизације у циљу рекултивације. Из тих разлога на поврšinама под водом треба применити полурекултивацију и ауторекултивацију.

2.3.1. Analiza nosivosti tla

Analiza nosivosti isушеног тла – плажа flotacijsког жаловишта ради кретања rudарске механизације у циљу довођења хумуса извршена је на основу параметара тла planума ($\gamma=19,92 \text{ kN/m}^3$; $\varphi=30^0$; $c=4,98 \text{ kN/m}^2$), добijenih геотехничким истраживањима на flotacijsком жаловишту Бор извршених 1986. године од стране Interprojekta из Beograda.

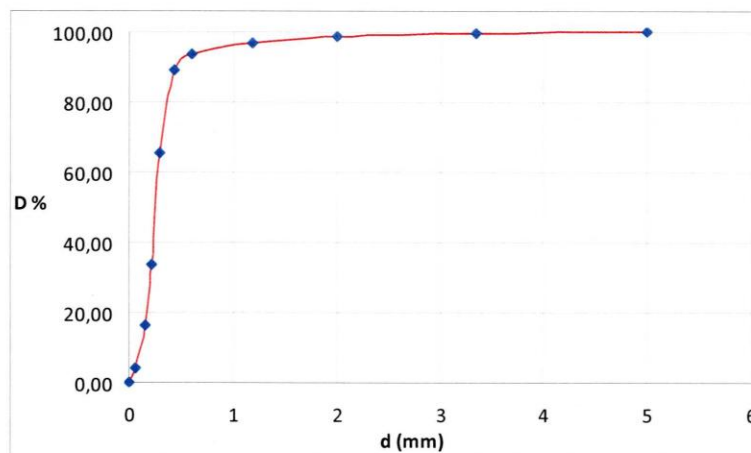
На основу извршене анализе препоручује се коришћење buldozera снаге 55kW (75 ks), radне тежине 8970 kg, чија дужина optereчења износи 4,13 m, ширина гусеница је 0,406 m, а специфични притисак $P_0=0,60 \text{ kg/cm}^2$. За transport хумуса препоручују се kamioni типа 1314 FAP, motor 111A/107 kW са korisном носивошћу 8t и dozvoljene ukupne тежине масе vozila 13750,0 kg или kamioni drugih произвођача istih карактеристика. Такође, се препоручује инвеститору да пре почетка извођења рекултивације на isушеним поврšinама akumulacionог простора се изврше геотехничка истраживања како би се progноза о носивошћу тла потврдila и koristila odgovарajuća механизација.

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 proceđivanjem 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 prestaja 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.

Исушене површине са флотацијским песком бивају покривене трлежима биљног порекла и као такве имају способност самообнављавања. Позитивно је и то што barska trska у свету и код нас се користи и за преčišćавање отпадних вода биолошким методом "мочно поље". Основна карактеристика ове методе је да једну фазу преčišćавања изводи barska trska (хемијски и биолошки се преčišćава вода уз помоћ barske trske).

3.2. Полурекултивација и ауторекултивација

За ремедијацију површина под водом на флотацијском јаловишту Бор морају да се створе услови за нicanje barskih биљака. По убрзаном поступку може се постићи ако се примени полурекултивација са ауторекултивацијом. За успех ових категорија рекултивације треба створити почетне услове. На ивици око језера треба да се доведе и истоварује хумус у гомилу. Булдозер својим плугом гута хумус на ивици језера. Активирањем хидромонитора, хумус се са ивице језера млазом воде транспортује у језеро. Хумус се из воде таложи на површине испод воденог огледала или језера. Разбацањем (природно сејање) семена *pharagimites communis* на површину воде. На тај начин су створени почетни услови за брзо нicanje barske trske ближе обали језера. Далји посао шirenja barskih биља на читавом простору испод језера преузима ауторекултивација. Озеленији појас у приобалју језера се наредних година исушује. Преко овако исушеног појаса унаоколо језера се хумус довози ручним кolicима и истоварује у гомилу на новој ивици језера. Млазом хидромонитора се земља поново транспортује на за остали део површина према средини језера. Овакв поступак се понавља према потреби све док се не озелене све површине под водом. Површине које се исушују прекривене су барским биљем које се суше и треле и стварају услове за насељивање пионирски врста на сувим површинама.

3.2.1.Избор локације позajмишта за хумус и потребна количина

Најеконوميјније је када се хумус може користити са оближњих површина што није случај код флотацијског јаловишта Бор, јер се јаловиште налази у индустријском кругу, где су околне површине деградирание рударским радовима. На удаљености од 5 км унаоколо нема позajмишта за хумус. Из тих разлога се предлаже да се хумус откопава са површина планираних за проширење Поља 1. флотацијског јаловишта Велики Кривељ пре надградње Поља 1. Удаљеност позajмишта је око 8 км и утиче на повећавање транспортних трошкова, односно трошкова полурекултивације. Цена једног м³ хумуса износи 1,0 EUR.

За прорачуна потребне количине хумуса планирана је да се покрије површина од 76 968,0 м² слојем хумуса од 10 cm plus растур од 30%. Потребна количина хумуса износи 11 506,7 м³. Дебљина хумуса од 10 cm не утиче негативно на стабилност флотацијског јаловишта Бор. Проценjuje се да ће висина хумуса бити већа ближе обали језера, док ће према средини нанос хумуса бити мањи.

3.2.2. Утовар, транспорт, истовар хумуса и гураније булдозером хумуса у језеро

Хумус се булдозером откопава резањем хумусног слоја дебљине до 20 cm. Утовар хумуса у камионе врши се утоваривачем. Камioni пуну хумуса довозе се до индустријског круга и приступног пута флотацијског јаловишта Бор. Пуну камиони прелазе на суве површине на безбедном растојању од ивице језера (водених површина) и у гомилу истоварују хумус. Приликом истовара (kipanja) хумуса из камиона, на радилшту мора бити присутан и помоћни радник који својим инструкцијамa усмерава правилно и безбедно кретање камиона по јаловишту. Истовар хумуса врши се отварањем бојне или задње стране сандука (корпе) камиона. Пored помоћног радника истовару и гуранију хумуса у језеро треба да присуствује и шеф радилшта.

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.

- Troškovi izrade pristupnog puta $T_u = 2\ 569,0\ € + 6\ 600,0\ € + 350,0\ € = 9\ 519,0\ €$
(* troškovi nivelisanja-planiranja puta). Ovi troškovi treba ravnomerno da se podele sa troškovima optimalne rekultivacije suvih površina flotacijskog jalovišta Bor
- Troškovi polurekultivacije uključuju otkopavanje utovar transport, odgurivanje humusa buldozerom i rad hidromonitora.
- Troškovi otkopavanja humusa: **2 917,20 €**
- Troškovi utovara humusa: **10 483,9 €**
- Troškovi transporta humusa: **71 175,60 €**
- Troškovi odgurivanja humusa plugom buldozera: **1 770,30 €**
- Troškovi rada monitora: **3 500,0 €**
- Troškovi nadzora: **5 000,0 €**
- Troškovi 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 troškovi 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: RECENZIJA 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: *Uticao 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: *Uticao 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.

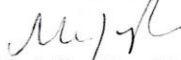
U tehničkom rešenju su prikazane sve neophodne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi, problem koji se njime rešava, dat je detaljan opis procesa remedijacije na flotacijskom jalovištu Bor primenom dve kategorije rekultivacije: polurekultivacija i autorekultivacija, pri čemu su iznete 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: RECENZIJA 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. Mimir 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: *Uticao 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 JALIVIŠTA BOR

5.ZAKLJUČAK

ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje pod nazivom: *REMEDIJACIJA NA FLOTACIJSKOM JALIVIŠTU 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 флотациском јаловишту Бор применом категорија полурекултивације и ауторекултивације“, аутора: др Ружице Лековски, др Милета Бугарина, Миомира Микића, мр Радмила Рајковића и Љубише Обрадовића и мишљења рецензента 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