

Dožić S., Đukić M., Bogdanović G., Stanojlović R., Lukić S., Đunisijević-Bojović D., Bjedov I. 2010. *New approach to the reclamation of the old flotation tailings in Bor*. Bulletin of the Faculty of Forestry 101: 3-48.

Стеван Дожић  
Матилда Ђукић  
Грозданка Богдановић  
Родољуб Станојловић  
Сара Лукић  
Данијела Ђунисијевић-Бојовић  
Ивана Бједов

UDK 630\*233:630\*114.449.8(479.11 Bor)  
Оригинални научни рад  
DOI 10.2298/GSF1001035D

## НОВИ ПРИСТУП РЕКУЛТИВАЦИЈИ СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА У БОРУ

**Извод:** Више деценија старо флотацијско јаловиште рудника бакра Бор није рекултивисано иако представља проблем за животну околину, а пре свега за делове насеља у граду. До сада није било ваљаних покушаја да се посредном рекултивацијом решава овај проблем већ се више пута радило на непосредној рекултивацији. У раду су приказани резултати огледа постављеног на делу јаловишта у непосредној близини насеља у коме су у оквиру биолошке рекултивације коришћене различите варијанте оплемењивања супстрата и чисте јаловине при садњи и гајењу неколико врста дрвећа и траве. Истраживања на огледном пољу показују да је употреба већег броја дрвенастих врста у рекултивацији јаловишта рудника у Бору могућа при чему су најбољи успех показале саднице посађене у слоју плодне земље на јаловини и мешавини земље и јаловине, а од коришћених врста најбоље преживљавање, раст и физиолошку виталност показали су багрем, јасен и јавор, а најслабије смрча и храст лужњак.

**Кључне речи:** биолошка рекултивација, флотацијско јаловиште Бор, дрвенасте саднице

*др Стеван Дожић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (stevandozic@yahoo.com)*

*др Матилда Ђукић, ред. проф., Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд*

*мр Сара Лукић, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд*

*мр Данијела Ђунисијевић-Бојовић, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд*

*мр Ивана Бједов, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд*

*др Грозданка Богдановић, доцент, Технички факултет у Бору, Бор*

*др Родољуб Станојловић, редовни професор, Технички факултет у Бору, Бор*

## NEW APPROACH TO THE RECLAMATION OF THE OLD FLOTATION TAILINGS IN BOR

**Abstract:** The old flotation tailings of the Bor copper mine have not been reclaimed for several decades, although it is a serious threat to the environment, especially to some parts of the town. To date, there have been no efficacious attempts of solving the problem by indirect rehabilitation, only several cases of direct reclamation. This paper presents some results of the experiment established on a part of the tailings in the vicinity of the town, where various variants of meliorated and sterile substrates were applied in the biological reclamation with several tree and grass species. The analysis shows that, in the rehabilitation of sterile substrate of the copper mine, it is possible to grow several woody species. The best results were achieved by the species that were planted in the fertile soil layer on the sterile copper mine substrate, and on the mixture of soil and waste. Among the woody species, *Robinia pseudoaccacia*, *Fraxinus excelsior* and *Acer pseudoplatanus* showed the best survival percent, growth, and physiological vitality and the poorest were spruce and common oak.

**Key words:** biological reclamation, flotation tailings of Bor, woody plants

### 1. УВОД

Штетан утицај рударских активности огледа се у деградирању огромних површина земљишта (површински копови), депоновању великих запремина чврстог отпада (рудничка раскривка, јаловина и флотациона јаловина) и појави киселих рудничких вода. Депоновање великих запремина јаловине нарочито је карактеристично за експлоатацију бакра из сулфидних руда.

Према подацима из 2002. године на територији општине Бор депоновано је 207 мил. *t* флотацијске јаловине, 450 мил. *t* раскривке и 23 мил. *t* топионичке шљакке односно 11.333,3 *t* отпада по глави становника општине. У Бору је преко 68% укупних рударских површина покривено одлагалиштима и јаловиштима (Митровић, Јовановић, 2007, Марјановић *et al.*, 2003).

На подручју Рудника бакра Бор формирано је више одлагалишта (депонија) флотацијске јаловине (слика 1). Јаловина, која се обично састоји од песка, муља, пирита, заосталих сулфида метала и реагенаса, временом доводи до великих еколошких проблема, ако се јаловиште на адекватан начин не санира.

Појам рекултивације није до краја прецизиран. Усвојена је дефиниција, према Моториној: „рекултивација је комплекс рударско-техничких, инжењерских мелиорационих и шумарских радова који се воде у одређеном времену, усмерених на превођење индустријски деградираних земљишта у стање погодно за коришћење у пољопривредне и шумарске сврхе, рекреацију, разне начине коришћења водних акумулација, капиталну и стамбену изградњу” (Моторина, 1975).

Овако прихваћена концепција подразумева озбиљан рад који се може, у великој мери спроводити шумарским методама од којих је пошумљавање једна од



**Слика 1.** Одлагалиште флотацијске јаловине у Бору  
**Figure 1.** Flotation tailings in Bor

основних јер је међу најједноставнијим. Такође спада у економски најисплативије што је један од предуслова за смањење укупних трошкова рекултивације.

Биолошка рекултивација је сложен и дуготрајан поступак који захтева мултидисциплинарни приступ, претходну анализу постојећег стања на терену и извођење по фазама, а потом и накнадно праћење процеса и сталне корекције. У пракси су чести примери неуспешних биолошких рекултивација због неадекватне припреме или извођења радова, или због накнадног штетног антропогеног утицаја на рекултивисане површине.

У једном од одлагалишта, које се налази на ивици градске зоне, депонована је јаловина на око 30 *ha* површине, са које се материјал делимично спира водом а делимично се развејава ветром. На овој површини постављен је оглед.

Циљ овог рада је да се применом методе пошумљавања и праћењем развоја садница дрвенастих врста утврди могућност за санирање великих трајно оштећених земљишних површина у околини Бора и на тај начин побољшају услови животне средине једне од најугроженијих области Србије.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

**Климатске карактеристике подручја:** Положај Бора условљава да клима овог простора има одређене специфичности у односу на остале делове Србије, она је умерено континентална, са преласком у субпланинску. Одликују је топла и сува

лета и хладне и снеговите зиме, са јасно израженим прелазима између годишњих доба. Јесен је топлија и сувља од пролећа.

**Температура ваздуха:** Средње месечне температуре су негативне у јануару и фебруару. Позитивне температуре трају у равничарским деловима 300 дана у току године, тропских дана са температуром ваздуха вишом од 30°C у нижим теренима током године има 20, док ледених дана са температуром ваздуха нижом од 0°C има 30 у току године. Ова територија има малу релативну влажност ваздуха, већу у пролеће него лети.

**Ветрови:** За територију Бора најкарактеристичнији су ветрови који дувају са истока, северозапада и севера. Највећу частину лети имају ветрови из правца севера, који доносе освежење.

**Падавине:** Читава источна Србија прима годишње 200-300 mm падавина мање од годишњег просека за Србију. Бор прима нешто мање од 700 mm, падавина годишње. Највећа количина падавина се излучи у новембру, јуну и мају, а најмања у септембру, августу и јулу. Значајне количине падавина се излучују у виду снега.

За оглед је коришћен супстрат постојеће јаловине (узорак 1), као и плодне земље узете са депоније земље која се налази у околини Бора (узорак 2). Анализе физичких и хемијских својстава су обављене у лабораторији Техничког факултета у Бору, стандардним методама и приказане у табелама.

Саднице дрвенастих биљака су произведене у расадницима ЈП „Србијашуме“ у Бору и Пожеги. Коришћене су једногодишње саднице следећих врста дрвећа: багрем (*Robinia pseudoacacia L.*), питоми кестен (*Castanea sativa Mill.*), јаворолисни платан (*Platanus acerifolia (Aiton) Willd.*), храст лужњак (*Quercus robur L.*), дивља трешња (*Prunus avium L.*), пољски јасен (*Fraxinus excelsior L.*), смрча (*Picea abies L.*) и јавор (*Acer pseudoplatanus L.*). Такође, постављен је део огледа сетвом мешавине трава (стандардне врсте за формирање парковских травњака) у чистој јаловини, као и сетва неколико врста семена дрвенастих врста у чистој јаловини.

При избору садница критеријуми су били различити, отпорност на неповољне услове суше (багрем, кестен), киселе реакције супстрата (смрча), брзи раст (јавор, платан), могућност акумулације аероседимената на лишћу (платан) или једноставнија производња садница (трешња, багрем).

Пре садње извршена је припрема предвиђене површине на старом флотациском јаловишту. На површини, величине око 10 *ари*, допремљен је слој плодне земље. Садња је извршена у три различите подлоге: 1 - плодна земља, 2 - мешавина земље и јаловине у односу 1:1 и 3 - чиста јаловина.

Припремљено је 6 огледних поља која су подељена на 56 огледне парцеле са по 10 биљака у свакој, у два понављања за варијанту 1 и 2 и по 4 понављања за варијанту са јаловином, као и две парцеле са травом и семеном дрвенастих врста, при чему су парцеле распоређене по методу случајног распореда (шема). Засађено је укупно 560 садница и то: 50 кестена, 80 храста, 70 јавора, 70 багрема, 70 платана, 70 јасена, 70 смрче и 80 дивље трешње.

**Шема 1.** Распоред парцела, понављања и врста биљака на огледном пољу  
**Scheme 1.** Layout of plots, replicates and plant species on the sample plot

Експ. подлога Exp. basis	Поље Field				Експ. подлога Exp. basis	Поље Field			
	Поље 1 / Field 1					Поље 2 / Field 2			
земља	К	Ј	Б	П	земља	Ја	Х	С	Дт
земља + јаловина	П	Ј	Х	С	земља + јаловина	Ј	Дт	К	Б
	Поље 3 / Field 3					Поље 4 / Field 4			
јаловина	К	Б	Ј	Ја	јаловина	С	Ја	Ј	С
јаловина	Х	П	С	Дт	јаловина	П	К	Б	П
јаловина	Ј	Ја	Дт	К	јаловина	Х	Дт	Х	Ја
јаловина	Б	Дт	Х	Дт	јаловина	Б	Ја	П	Ј
јаловина	С	П	Ј	Х	јаловина	С	Дт	Б	Х
	Поље 5 / Field 5					Поље 6 / Field 6			
трава	4+4 kg мешавине				Семе дрвенас- тих биљака	К Ј Ја Б			

**Легенда:** К - кестен, Ј - јавор, Б - багрем, П - платан, Ја - јасен, Х - храст, С - смрча, Дт - дивља трешња

Садња дрвенстих врста и траве је обављена у јесењем периоду (новембар 2008. год.), а потом су спроведене одговарајуће мере неге заливања, а у 2009. год. окопавања биљака (јун и октобар), у јуну и прихрањивање садница (комбинованим НРК ђубривом, у количини од 20 g по садници). У току вегетационе сезоне 2009. године праћен је раст и развој садница и оцењиван је проценат преживљавања. За податке о степену преживљавања за поједине врсте и 3 наведена типа супстрата (табела 3) урађена је анализа варијансе и Фишеров тест ( $p>0,05$ ). Физиолошка виталност је оцењивана путем евидентирања садница појавом сушења врха и светлије зелене до жутозелене боје асимилационих органа у односу на виталне.

### 3. РЕЗУЛТАТИ

С обзиром да је за успех рекултивације неопходно добро проучити услове средине, дат је краћи приказ климатских карактеристика подручја Бора као и анализа физичких и хемијских одлика супстрата коришћених на огледној површини. Поред тога, приказани су прелиминарни резултати пријема биљака кроз проценте преживљавања сваке врсте на различитим супстратима, анализа физиолошке виталности преко процената суховрхих и хлоротичних биљака.

У табели 1 приказан је текстурни састав земљишта, где је узорак 1 флота-цијска јаловина на месту огледа, а узорак 2 плодна земља са депоније. Текстурни састав земље односи се на заступљеност фракција укупног песка и укупне глине.

**Табела 1.** Текстурни састав земљишта  
**Table 1.** Textural composition of the soil

Узорак Sample (0-10 cm)	Величина зрна [mm] / Grain size [mm]				Текстура Texture
	Крупан песак Coarse sand >0,2	Ситан песак Fine sand 0,2-0,02	Прах Dust 0,02-0,002	Глина Clay <0,002	
1	5,33	34,90	16,19	43,58	Песковито глинов. иловача
2	14,09	16,5	9,1	60,31	Глиновита иловача

Анализом табеле 1, може се закључити да су узети узорци сврстани по текстури у песковито глиновиту иловачу и глиновиту иловачу. Овај тип се сматра повољним типом земљишта за развој биљака, јер обезбеђује добар однос воде и ваздуха у земљишним порама. На основу ових анализа уочавамо високу заступљеност фракције глине, која омогућава везивање јона хранљивих материја за адсорптивни комплекс супстрата и тиме обезбеђује бољу исхрану биљака. Са друге стране, високо учешће фракција ситног песка у узорку 1 и крупног песка у узорку 2 обезбеђује повољну дренажност и аерисаност подлоге.

Хемијски састав узорака супстрата 1 - јаловина и 2 - плодна земља приказан је у табели 2.

**Табела 2.** Хемијска својства земљишта (0-10 cm)  
**Table 2.** Chemical properties of the soil (0-10 cm)

Узорак Sample	pH		Y <sub>1</sub> ccm 0,1 M NaOH	Адсорптивни компл. Adsorptive complex mg ekv / 100 g земљишта soil			СаСО <sub>3</sub>	Хумус %	C %	N	C/N	Пристапачни Aveilable mg / 100 g земљишта soil	
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>		T-S	T	S						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	1	3,80		3,70	8,00	5,20						-	5,20
2	8,36	7,77	-	-	-	-	5,3	1,12	0,65	-	-	1,60	19,6

Анализом података у табели 2, може се видети да је у узорку флотацијске јаловине одређена висока активна и хидролитичка киселост. На одлагалиштима раскривке и флотацијским јаловиштима услед природне хемијске и биолошке оксидације сумпора (из пирита и других сулфида) формирају се кисели супстрати (pH око 3) неповољних физичко-хемијских особина са малим или никаквим уделом хранљивих материја (нарочито азота) и хумуса што представља снажно ограничење за развој биљног света. Поправка карактеристика супстрата своди се на повећање pH вредности у оптималним границама за гајење биљака (pH 4,5-6,5), облагањем

НОВИ ПРИСТУП РЕКУЛТИВАЦИЈИ СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА У БОРУ

хумусним слојем и уношењем минералних и органских ђубрива. Тек после тога треба вршити садњу биљног материјала. Хумусни слој из узорка 2 показује алкалну вредност земљишног раствора и садржи доста карбоната, што га чини повољним за инкорпорацију у површински слој флотацијске јаловине, коме се на тај начин до извесне мере кориговала рН вредност. Низак садржај хумуса у овом слоју указује на потребу за додатним прихрањивањем садница у наредном периоду.

На крају вегетационог периода прве године анализирани су посађене дрвенасте саднице и приказани прелиминарни резултати успеха преживљавања и пријему биљака (табела 3). Код већине врста је статистички значајно лошији успех на јаловини док за питоми кестен се види да добар пријем на све три подлоге означен припадешћу истој хомогеној групи.

Табела 3. Резултати пријема биљака на огледном пољу (октобар 2009. год.)

Table 3. Results of plant survival on the sample plot (October 2009).

Биљна врста Plant Species	Супстрат / Substrate								
	Земља / Soil			Земља+јаловина / Soil+Tailings			Јаловина / Tailings		
	Засађ. Planted	Прим. Survived	Однос* Ratio* %	Засађ. Planted	Прим. Survived	Однос* Ratio* %	Засађ. Planted	Прим. Survived	Однос* Ratio* %
Питоми кестен	10	9	90 <sup>a</sup>	10	10	100 <sup>a</sup>	30	28	93,33 <sup>a</sup>
Јавор	10	10	100 <sup>a</sup>	10	10	100 <sup>a</sup>	50	42	84,00 <sup>b</sup>
Багрем	10	10	100 <sup>a</sup>	10	10	100 <sup>a</sup>	50	38	76,00 <sup>b</sup>
Платан	10	9	90 <sup>a</sup>	10	10	100 <sup>a</sup>	50	42	84,00 <sup>b</sup>
Јасен	10	10	100 <sup>a</sup>	10	8	80 <sup>b</sup>	50	16	32,00 <sup>b</sup>
Храст	10	3	30 <sup>a</sup>	10	1	10 <sup>b</sup>	60	8	13,33 <sup>b</sup>
Смрча	10	1	10 <sup>a</sup>	10	6	60 <sup>b</sup>	50	3	6,00 <sup>a</sup>
Дивља трешња	10	7	70 <sup>a</sup>	10	4	40 <sup>b</sup>	60	3	5,00 <sup>b</sup>

\* а, б, в - хомогене групе

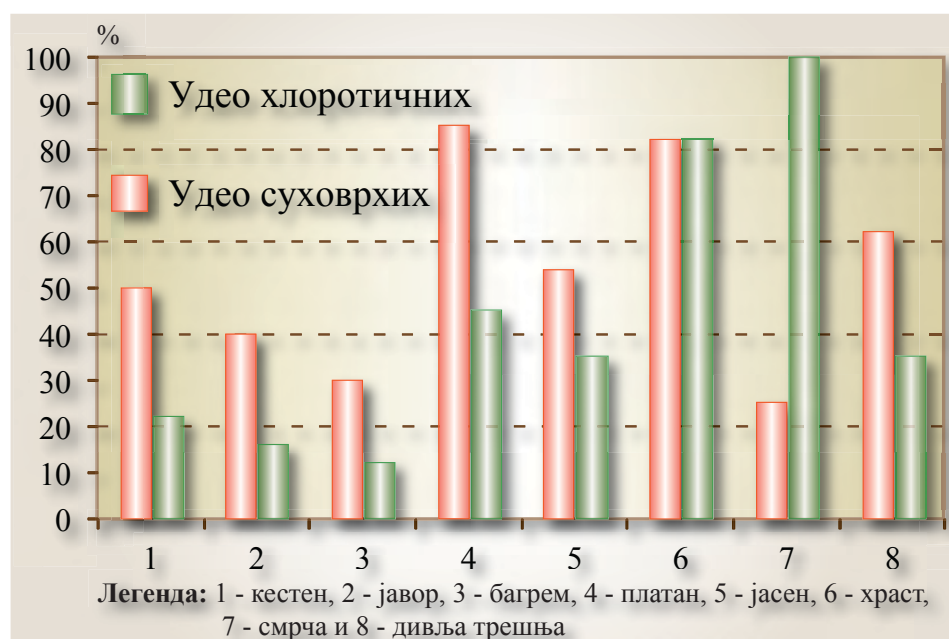
\* а, б, в - homogenous groups

На парцели где је извршена сетва мешавине трава у чистој јаловини семе је никло, али је касније, вероватно због недовољне влаге и ниске рН вредности, дошло до сушења. Сетва неколико шумских врста семена у чистој јаловини такође није била успешна из истих разлога.

Из табеле 3 може се закључити да је просечан степен пријема дрвенстих врста (питоми кестен, платан, јавор, багрем, јасен) у земљи висок и износи од 90-100%, као и на подлози коју чини смеша јаловине и земље износи од 80-100%. У



Слика 2. Оглед на одлагалишту флотацијске јаловине у Бору  
Figure 2. Experiment on the flotation tailings in Bor



Графикон 1. Приказ физиолошке виталности преко учешћа суховрхих и хлоротичних садница у односу на укупан број посађених

Diagram 1. Physiological vitality/ % of dead top plants and chlorotic plants



јаловини је, такође, утврђен висок пријем садница кестена, јавора, багрема и платана (76-93%). Степен пријема садница дивље трешње, храста и смрче у јаловини је мали и креће се у опсегу од 5-13,33%. Нешто је већа успешност пријема ових дрвенастих врста на припремљеним подлогама са земљом и креће се у опсегу од 10-70%.

На графикону 1 је приказана физиолошка виталност садница преко удела биљака код којих је дошло до сушења врха и хлорозе. Већина суховрхих биљака се касније регенерисала, тј. развој биљака се наставио из бочних пупољака, тако да је пријем био бољи, али су се оштећења одразила на раст и развиће.

#### 4. ДИСКУСИЈА

За оглед су изабране претежно аутохтоне лишћарске врсте (храст, јавор, дивља трешња, јасен, кестен) и неке алохтоне врсте (багрем, платан), да би се утврдила брзина разлагања лишћа након одбацивања у огледним условима и утицај на побољшање карактеристика јаловине. Смрча, као једина четинарска врста је коришћена да би се утврдила могућност употребе на сиромашном и киселом тлу.

Анализирајући интегрално проценат пријема и физиолошку виталност најбољи успех току вегетације је постигао багрем, затим јавор па јасен док су остале врсте имале изражену појаву суховрхости, веома јаке хлорозе и слабог раста, посебно смрча, храст и дивља трешња (графикон 1). Врсте које су показале добар успех у смислу преживљавања су се добро одржале и у чистој јаловини иако су услови веома неповољни, пре свега због веома ниске  $pH$  вредности. Остале врсте су показале веома слабу физиолошку виталност и мали степен преживљавања, што се пре свега односи на смрчу, дивљу трешњу и храст лужњак, док је платан имао добар пријем али веома слабу виталност (табела 3, графикон 1).

Део огледа са мешавином трава и са шумским врстама семена у чистој јаловини није успео на овој подлози. Ефекат прихрањивања није било могуће анализирати због веома кратког периода па се очекује да ће евентуално у наредној вегетацији ти ефекти бити видљиви. Искуства са прихрањивањем садница смрче показују да се додавањем основних макроелемената може значајно утицати на прираст и физиолошку виталност (Ђук ић *et al.*, 2004).

Висок степен пријема садница у првим фазама развоја не гарантује увек успешну дугорочну санацију терена, па континуирано праћење развоја биљака може упутити на сазнања који их фактори ограничавају у расту и развоју.

Ограничавајући фактори за раст и развој биљног света на одлагалиштима рудника су неповољна  $pH$  вредност супстрата, недостатак хранљивих елемената или њихова неприступачност биљкама као и контаминираност подлоге тешким металима и другим токсичним једињењима (Богдановић, 2009). Да би опстале саднице биљака на овако неповољним теренима, неопходно је применити мере неге које укључују окопавање, заливање и уношење хранљивих материја.

Истраживање са рекултивацијом травним врстама *Agrostis capillaris* и *Festuca rubra* на одлагалишту јаловине при експлоатацији руде цинка показала је да је могуће регенерисати вегетацију, поправити физичко хемијска својства супстрата као и развој микоризних гљива након пет година уз претходно обогаћивање јаловине компостом и средством за имобилизацију јона метала (Vangronsveld *et al.*, 1996).

Искуства стечена у сличним срединама није могуће применити једноставним копирањем примењених метода, јер су услови код већине рударских активности специфични и тражи се најбољи приступ прилагођен сваком конкретном објекту (Дожић, 1985). Додатну тешкоћу представља недостатак материјала за рекултивацију, пре свега одређена количина земље здравице, која би могла да представља основу у датом региону, при чему се у овом случају такве количине тек морају обезбедити. У том погледу постоји могућност да се део седимената из Борског језера, испита у смислу будућег коришћења у рекултивацији.

На основу досадашњих истраживања могуће је предложити већи број врста за будуће тестирање могућности њиховог коришћења за рекултивацију јаловишта. Код избора врста главни критеријум је био отпорност на стресне агенсе средине као и њихове екофизиолошке карактеристике. Листу ових врста чине дрвеће: јова (*Alnus glutinosa* L.), бодљива смрча (*Picea pungens*), јаребика (*Populus tremula*), дафина (*Eleagnus angustifolia*), сибирски брест (*Ulmus pumila*), руј (*Rhus typhina*), копривић (*Celtis occidentalis*), гледичија (*Gleditsia triacanthos*), маклура (*Maclura aurantiaca*), кисело дрво (*Ailanthus altissima*), пајавац (*Acer negundo*), врба (*Salix sp.*), дудовац (*Broussonetia papyrifera*), Канадска топола (*Populus canadensis*) и друге.

Од жбунастих врста могуће је уључити: јоргован (*Syringa vulgaris*), кинеска удика (*Viburnum rhytidophilum*), багренац (*Amorpha fruticosa*), дивља ружа (*Rosa rugosa*), махонија (*Mahonia aquifolium*), жутиловка (*Berberis thunbergii*), рибизла (*Ribes aureum*) и друге.

За травне површине: јежевица, бела детелина, ливадски вијук, енглески љуљ, права ливадарка и др.

Дрвенасте врсте се користе у рекултивацији рудничких површина јер стварају велике количине органске материје која подстиче процесе кружења материје у јаловинском материјалу. Ове биљке могу да модификују особине подлоге кроз одржавање или повећање количине органске материје, биолошку фиксацију азота, увећање инфилтрације воде и њеног задржавања у подлози, редукцијом губитка хранљивих материја путем ерозије и лужења, поправком физичких особина земљишта, редуковањем киселости земљишта и побољшањем услова за рад земљишних микроорганизама (Дожић *et al.*, 2002).

Треба нагласити да је нега тек засноване културе у првим годинама њеног развоја, од пресудног значаја за њен опстанак, због изложености биљака неповољним условима супстрата и негативним утицајима аерозагађења, али и постојећих климатских екстрема.

Садњом различитих врста дрвећа, жбуња и сетвом трава, уз правилно негавање и стални мониторинг, доћи ће до формирања нових биљних заједница у којима ће временом започињати сложени процеси и даље спонтано насељавање како флоре тако и фауне. Временом, рекултивисани и ревитализовани простор ће бити интегрисан у околни предео и са њим створити хармоничну и функционалну целину.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Истраживања на огледном пољу флотацијског јаловишта у Бору указују да је употреба дрвенастих врста у рекултивацији јаловишта рудника у Бору могућа, уз адекватне начине припреме подлоге, обogaћивањем плодном земљом, са сталним праћењем промена на појединим врстама и применом неопходних агро-техничких мера за одржавање истих.

Добар успех, тј. просечно висок степен преживљавања (преко 80%), постигле су саднице посађене у плодној земљи и мешавини јаловине и земље. Ово показује да је могуће успешно користити мешавину јаловине и плодне земље што значајно смањује трошкове рекултивације.

Од коришћених врста најбољи пријем, раст и физиолошку виталност показали су багрем, јасен и јавор који су имали најмањи број суховрхих и хлоротичних јединки и висок проценат пријема. Смрча, храст, питоми кестен и дивља трешња имали су знатно слабији успех који би био сигурно бољи санирањем киселе реакције.

Ови прелиминарни резултати свакако нису довољни да се донесу коначни закључци о погодности ове методе. Неопходно је повећати број биљака и врста а праћење и анализа и у наредним годинама ће показати оправданост коришћења ове методе и врста биљка.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богдановић Г. (2009): *Извештај реализације пројекта јавног рада „Рекултивација рудничких јаловишта и формирање травног покривача на зеленим површинама у Бору“*, Технички факултет у Бору, Бор
- Vangronsveld J. V., Colpaert and K. K. Van Tichelen (1996) : *Reclamation of a bare industrial area contaminated by non-ferrous metals: Physico-chemical and biological evaluation of the durability of soil treatment and revegetation*, Environmental Pollution 94(2) (131-140)
- Дожић С. (1985): *Истраживање употребљивости неких шумских врста дрвећа и жбуња у амелиорацији лапорца*, докторска дисертација у рукопису, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

Дожић С., Ђукић М., Богдановић Г., Станојловић Р., Лукић С., Ђунисијевић-Бој. Д., Бједов И.

Дожић С., Обрадов-Петковић Д., Ђукић М., Максимовић М. (2002): *Биолошка рекултивација аришем на одлагалишту површинског копа „Угљевик”, VII симпозијум о флори југоисточне Србије и суседних подручја, Димитровград (109)*

Ђукић М., Ђунисијевић Д., Грбић М., Скочајић Д. (2004): *Утицај прихрањивања на раст једногодишњих садница смрче у различитим супстратима*, Гласник Шумарског факултета 89, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (103-113)

(2003): *Локални еколошки акциони план општине Бор*, Бор

Митровић З., Јовановић Р., (2007): *Сто година борског рударства 1903-2003*, „Седамдесет пет година басенских флотација 1929-2003”, Штампарија „Терција” д.о.о., Бор

Моторина И.В. (1975): *Опит рекултивацији наручених промисленич чландишафтовв СССР и зарубежнич странац*, Обзорнаја информациа, Москва

Stevan Dožić

Matilda Đukić

Grozdanka Bogdanović

Rodoljub Stanojlović

Sara Lukić

Danijela Đunisijević-Bojović

Ivana Bjedov

## NEW APPROACH TO THE RECLAMATION OF THE OLD FLOTATION TAILINGS IN BOR

### Summary

Biological rehabilitation is a very complex and long-lasting process which needs a multidisciplinary approach, a very careful analysis of the actual state on the concrete site and the realisation in phases, followed by constant monitoring and improvements. In practice, there are frequent examples of unsuccessful biological reinstatement, because of inadequate site preparation, or poor work realisation, as well as because of subsequent detrimental human impacts on the rehabilitated areas.

The old flotation tailings of Bor copper mine have not been reclaimed, although it is a serious threat to the environment, especially to some parts of the town. This paper presents the results of the experiment which was realised by the biological reclamation of the tailings area in the vicinity of the city. Several variants of meliorated substrates were used to grow several forest woody plants and some grass species. The substrate was made of fertile soil, mixture of soil and sterile waste in the ratio 1:1, and pure sterile waste. The woody plant species that were planted are *Robinia pseudoacacia*, *Castanea sativa*, *Platanus acerifolia*, *Quercus robur*, *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies* and *Acer pseudoplatanus*. Altogether 650 plants were planted in the sample plot.

This analysis shows that it is possible to grow several woody species on the sterile substrate on the waste of the Bor copper mine. The best results were achieved by the species that were planted in the fertile soil layer and on the mixture of fertile soil and sterile waste. Among the woody species *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus excelsior* and *Acer pseudoplatanus* attained the best survival percent, growth and physiological vitality. The poorest were *Picea abies*, *Prunus avium* and *Quercus robur*.

## НОВИ ПРИСТУП РЕКУЛТИВАЦИЈИ СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА У БОРУ

Woody plants are used in the mine area reclamation because they produce a lot of organic matter which upgrades the very sterile substrate which is very often characterised by low pH and bad structure with low water-holding capacity.

Maintenance of woody plants on the planted area in the first years of their development is very important for plant survival because of the unfavourable environmental impacts, especially poor soil, air pollution and extreme climate conditions.