

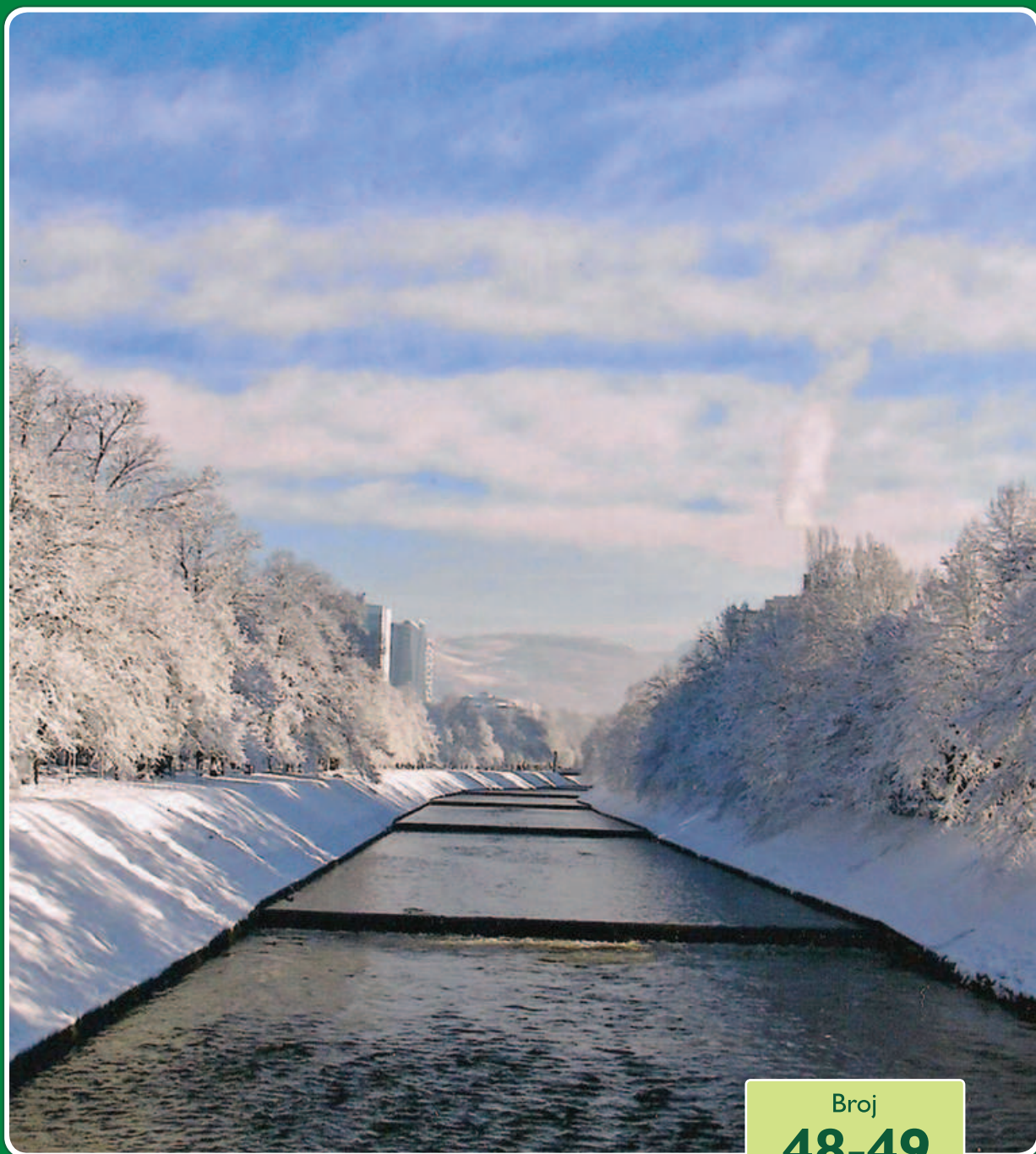
naše our FORESTS šume

ISSN 1840 - 1678

UDK 630

UDRUŽENJE INŽENJERA I
TEHNIČARA ŠUMARSTVA FBiH I
HRVATSKO ŠUMARSKO
DRUŠTVO

ČASOPIS ZA UNAPREĐENJE ŠUMARSTVA, HORTIKULTURE I OČUVANJA OKOLINE



Broj

48-49

Decembar - Prosinac

Godina XVI

Sarajevo, 2017.

Selma Haračić Berbić¹
Sulejman Haračić²
Enida Mališević³

BIOLOŠKA REKULTIVACIJA TEHNOGENIH TALA PRIMJENOM AUTOHTONOG SADNOG MATERIJALA – PRIMJERI IZ PRAKSE

BIOLOGICAL REKULTIVATION OF TECHNOGENIC SOILS WITH NATIVE PLANT MATERIALS EXAMPLES OF PRACTICE

• Izvod

U radu su predstavljani rezultati dobijeni iz provedenih aktivnosti na projektima biološke rekultivacije kamenoloma Ribnica i deponije šljake i pepela na lokalitetu Turbići. Opisani su radovi od rekognosciranja površina za rekultivaciju, postupka stabilizacije terena i biološke rekultivacije. Za rekultivaciju su korištene sadnice autohtonih vrsta drveća i grmlja koje predstavljaju potencijalnu vegetaciju tog područja, kao i smjesa sjemena autohtonih trava. Deset godina nakon provedene rekultivacije utvrđeno je stanje na terenu.

Ključne riječi: biološka rekultivacija, autohtoni sadni materijal, kamenolom, deponija šljake i pepela.

• Abstract

The paper presents results obtained from activities carried out within the projects of reclamation of Ribnica quarry and biological reclamation of ash slag landfill at the thermal power plant Kakanj – Turbići. The works are described as follows: the reconnaissance of reclamation surfaces, the process of terrain's stabilization and the biological reclamation. For reclamation purposes, seedlings of the native tree and shrub species that represent potential vegetation of the studied area, as well as a mixture the native grass seeds, were used. The situation on the field was analyzed ten years after the reclamation was carried out.

Key words: biological reclamation, native planting material, quarry, slag and ash landfill.

UVOD • INTRODUCTION

Primjena autohtonog sadnog materijala je od esencijalnog značaja za očuvanje biodiverziteta, prirodnosti naših šuma i genetskog bogatstva (Ballian 2010; Ballian i Kajba 2011). U Bosni i Hercegovini ljepota domaćeg (autohtonog) sadnog materijala njegova prirodnost, višestoljetna adaptivnost je elaborirana kroz istraživanja više generacija šumarskih stručnjaka (Stilinović 1987, Mekić 1998, Pintarić 2002, Beus i Vojniković, 2012.), a stručna javnost je kroz praksu na terenu ove postulate praktično dokazivala. U zadnje vrijeme svjedoci smo favoriziranja alohtonog sadnog materijala, neadekvatnih tehnika rekultivacije, pogrešnog odabira biljnog materijala za sadnju na rekultivacionim površinama. Biološka rekultivacija ima za cilj da na degradiranom terenu ublaži negativne posljedice industrijskih aktivnosti uspostavljanjem vegetacijskih i drugih vrijednosti. Uspješnost procesa biološke rekultivacije pošumljavanjem ovisi od kvaliteta sadnica i odabira vrsta koje su prenesene na terenu. Posljedice korištenja neadaptiranog, neadekvatnog i nedovoljno kondicioniranog sadnog materijala su njegov usporen rast, smanjenje toleratnosti na negativne biotičke i abiotičke utjecaje (Veselinović i dr. 2010). U ovom radu je analizirana uspješnost provedene biološke rekultivacije primjenom autohtonog sadnog materijala na lokalitetima kamenoloma Ribnica i deponije šljake i pepela „Turbići“.

ANALIZA PROJEKTNIH AKTIVNOSTI • ANALYSIS OF PROJECT ACTIVITIES

Analizi biološke rekultivacije predmetnih projekata prethodilo je prikupljanje i sistematizacija postojećih podataka o analizama tla, stabilnosti deponije, potencijalne vegetacije, tehnike izvođenja sadnje na velikim kosinama. Vrijednost

¹ Mr.sc. Selma Haračić Berbić, Šumarski Fakultet Univerziteta u Sarajevu, ul. Zagrebačka br. 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² Sulejman Haračić, dipl.ing.šum., Prunus. d.o.o., ul. Bičer. b.b., 72240 Kakanj, Bosna i Hercegovina

³ Mr.sc. Enida Mališević, Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo, ul. Kaptol br. 3, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

predmetnih lokacija je posmatran od „nultog stanja“ bez vegetacijskog pokrivača.

Zbog kompleksnosti rješenja na terenu tehnički pristup sanacije i stabilizacije tla opisan je taksativno. Dok u fokusu ovih analiza je biološka rekultivacija tla. Treba naglasiti da ovakve složene intervencije na tlu ne mogu imati visok stepen uspješnosti bez multidisciplinarnog pristupa projekatnata i izvođača na terenu, primijenjena su sljedeća projektna rješenja (Mekić, 2005): *„Izvedbeni projekat“*; Rudarski institut d.d. Tuzla (2008): *„Glavni projekat uređenja i proširenja deponije šljake i pepela u T.E. Kakanj“*.

Analize su izvršene od nulte tačke lokacije su predstavljale ekstremno degradirana tla bez flornih elemenata. Odabrana su dva lokaliteta na kojima su izvršene analize projekata biološke rekultivacije tla korištenjem autohtonog sadnog materijala.

1. Analiza projekta rekultivacije kamenoloma Ribnica - Tvornica cementa Kakanj.
2. Analize projekta biološke rekultivacije deponije Turbići - Termoelektrana Kakanj.

ANALIZA PROJEKTA REKULTIVACIJE KAMENOLOMA RIBNICA - TVORNICI CEMENTA KAKANJ • THE ANALYSIS OF THE RIBNICA QUARRY RECULTIVATION PROJECT – KAKANJ CEMENT FACTORY

Jedan od primjera rekultivacije i sanacije zemljišta na prostoru BiH je primjer „Heidelberg cement group“ rekultivacija površine od 3,1 ha. Projekat je implementiran 2005/2006. godine. Rekultivacija je provedena na lokalitetu kamenoloma „Ribnica“ koji je 4 km udaljen od Kakanja u dolini rijeke Ribnice iznad sela donji Kakanj. Radilo se o terenu koji je bio pod jakim utjecajem bujičnih tokova, a nalazi se u neposrednoj blizini naselja. Supstrat je bio jako rastresit. Projekat je implementiran kroz pet faza;

1. grubo planiranje zemljišta,
2. pravljenje pletera,
3. sadnja autohtonog sadnog materijala,

4. zatravljanje kaskada (sjetva travne smjese)
5. fino planiranje zemljišta oko sadnica, te popravka pletera i kaskada.

Cilj ovog projekta je bio smirivanje - stabilizacija puta koji je prosječen kroz padinu, kako je navedeno u izvedbenom projektu (Mekić 2005). Tehnički je bilo teško implementirati projektnu aktivnost rekultivacije jer se radilo o veoma osjetljivoj i nestabilnoj podlozi (slika 1.).



Slika 1 - Stanje prije realizacije projektnih aktivnosti na lokalitetu kamenolom Ribnica – Kakanj

Picture 1 Situation before the realization of the project activities – location / quarry / Ribnica. Kakanj

Tehničke mjere rekultivacije kamenoloma Ribnica – Planiranje zemljišta

Aktivnosti koje su provedene su grubo planiranje zemljišta i priprema terena. Površina koja se uređivala iznosila je 3,1 ha i nalazila se na vrlo strmoj padini na kojoj su za cilj bioloških radova (šumsko – kulturnim) da spriječi ispiranje rastresenog materijala i regulisanje oborinskih površinskih voda.

Pravljenje pletera - Tehnički protu-erozioni radovi su realizovani zavisnosti od stepena nagiba padine. Primjenjena je tehnika izrade pletera od pruca koji predstavlja veoma jeftin ali jako učinkovit način zaustavljanja naglog otjecanja površinskih voda i sprječavanje erozionih procesa. Maksimalne visine pletera su 0,5 m, kolcima za pričvršćeni radi bolje stabilnosti na terenu (slika 2.).



Slika 2. (lijevo) Predstavlja tek postavljene pletere od pruća u 2005. god., (desno) predstavlja pletere pruća koji stabiliziraju podlogu i omogućavaju rast i razvoj posađenom autohtonom sadnom materijalu (2007.)

Picture 2 (left) represents the recently mounted brushwood fascines in 2005; (right) represents the brushwood fascines which stabilize the soil and enable the growth and development of the planted autochthonous planting material (2007).

Biološke mjere rekultivacije - sadnja autohtonog sadnog materijala - Poslije izvršenih tehničkih protu-erozionih radova prešlo se na izvođenje bioloških radova. U vegetacijskom pojasu u kojem se nalazi deponija smjenjuju se zajednice kitnjaka i graba sa zajednicama bukovih montanih šuma, gdje su najčešće zastupljene vrste: kitnjak (*Quercus petraea*), bukva (*Fagus sylvatica*), grab (*Carpinus betulus*), divlja trešnja (*Prunus avium*) i gorski javor (*Acer pseudoplatanus*). Pored navedenih vrsta drveća pojavljuje se veći broj grmlja karakterističnih za ove tipove zajednica: drijen (*Cornus mas*), klen (*Acer campestre*), lijeska (*Corylus avellana*) i dr. Biljne vrste za rekultivaciju su odabrane na osnovu potencijalne vegetacije i vrsta koje su tipične za ovo stanište. Prirodna adaptivnost vrsta je iskorištena kroz primjenu sadnog materijala proizvedenog iz sjemena lokalnih provenijencija. Sadni materijal je prenešen iz rasadnika Prunus d.o.o Kakanj koji se nalazio u neposrednoj blizini degradirane površine. Biljni materijal nije bio izložen stresu prilikom transporta a pažljivom tehnikom sadnje i pripreme stres izazvan presađivanjem je sveden na minimum. Kroz provođenje tehnika realizacije formirana je spratnost podignutog nasada. Spratnost biljnog prekrivača je postignuta sadnjom različite starosti sadnog materijala od 1 do 12 god starosti. Dosljednost koncepta projektnog rješenja primjene autohtonih vrsta se ogleda i u sjetvi autohtonog travnog prekrivača koji je dobiven ekstrakcijom sjemena biljnih vrsta sa travnih površina u neposrednoj blizini.

REZULTATI POSTIGNUTI PROJEKTNOM AKTIVNOŠĆU • THE RESULTS ACHIEVED IN THE PROJECT ACTIVITIES

Rezultati projekta rekultivacije kamenoloma Ribnica - Tvornica cementa Kakanj

Vegetacioni pokrivač na ovoj površini je egzistirao na malom broju mikrolokaliteta. Višegodišnjom okularnom procjenom i fotodokumentacijom (slika 3.) u periodu od 2006. do 2016. godine, praćena je uspješnost provedenih radova na rekultivaciji te se može zaključiti sljedeće: Na osnovu recentnog stanja može se konstatovati da se biljni pokrivač u potpunosti obnovio i da je rekultivacija uspjela. Sadnice drveća, grmlja i travne smjese su se uspješno adaptirale na izmjenjene uslove u tlu. Biljke pokazuju dobar vitalitet, što je vidljivo na dobrom prirašćivanju. Dolazi do obrazovanja travnog prekrivača i visokog stepena adaptacije sadnog materijala. Područje sa totalno uništenim biljnim prekrivačem sada predstavlja jednu cijelinu sa okolnom vegetacijom. Ekološka ravnoteža je uspostavljena stabilizacijom površinskog sloja zemlje i spontanom širenjem vegetacije.

Na osnovu terenskih osmatranja i fotodokumentacije dobijen je uvid u sukcesivno širenje vegetacionog pokrivača u kojem je čovjek u skladu sa prirodnim zakonima bio partner sa prirodom u harmonizaciji datog lokaliteta.



Slika 3. Fotodokumentacija projekta kao jedan od instrumenta analiza uspješnosti izvedenog projekta (slika 1- 12 : Fotodokumentacija projekta od 2006. god. do 2016. god.)

Picture 3 – project photo documentation as an instrument of the analysis of the successfully finished project (Pictures 1-12: photo documentation of the projects from 2006 to 2016)

ANALIZE PROJEKTA BIOLOŠKE REKULTIVACIJE DEPONIIJA TURBIĆI TERMoeLEKTRANA KAKANJ • ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL RECLUTIVATION PROJECT OF THE DEPONIIUM TURBIĆI LANDFILL THERMAL POWER KAKANJ

Lokalitet na kojem je izvršena analiza biološke rekultivacije je deponija šljake i pepela Turbići. Godišnje se na deponiju odloži između 300.000 do 400.000 m³ šljake i pepela. Dosadašnjim odlaganjem formirane su praktično dvije etaže: gornja etaža sa kotama planuma 495 do 508 m.n.v. i donja etaža sa kotama planuma 484-496 m.n.v. Preko planuma donje etaže prolazi put u dužini cca 600 m, za selo Gora. Dimenzije odlagališta su: u smjeru zapad-istok cca 800 m i u smjeru sjever-jug cca 360 m. Površina koja je obuhvaćena projektnom dokumentacijom rekultivacije je od 2,8 ha (Rudarski institut Tuzla, 2008.).

Tehnička rješenja: Tehnička rješenja stabilizacije tla zbog kompleksnosti projekta i izvođenja će biti samo pregledno navedena. Značaj i kompleksnost ovog projekta se ogleda u izrazito složenom pri-



Slika 4. Uspješno realizirana biološka rekultivacija tla 2016.

Picture 4. Successful realization of the biological soil reclamation 2016

stupu stabilizacije tla, preveniranja eolske erozije izazvanih dugogodišnjim odlaganjem šljake i pepela na deponiji. Projekat rekultivacije i konzervacije deponije šljake i pepela TE „Kakanj“, sadrži dva dijela. Prvi dio projekta odnosi se na tehničko uređenje i biološku rekultivaciju postojećeg planuma deponije i pripadajuće (uske) kosine. Drugi dio obuhvata tehničko uređenje zapadne (veće) kosine postojećeg odlagališta sa izvođenjem biološke rekultivacije. Na slici br. 5. prikazan je karakterističan detalj sa lokaliteta istočne kosine, koja je formirana u periodu odlaganja šljake i pepela gdje se jasno vide strme strane, gole padine sa vrlo rijetkim biljkama.



Slika 5. Deponija šljake i pepela Termoelektrane Kakanj na lokalitetu Turbići, izvor : Glavni projekat Rudarski institut Tuzla (2008)

Picture 5 Ash and slag landfill of the Thermal Power Plant Kakanj located in Turbici, source: Main project of the Mining Institute of Tuzla (2008)

Odložena šljaka i pepeo na deponiju izložena je kontinuiranom djelovanju svih prirodnih i antropogenih faktora, koji stvaraju nove uslove za odvijanje specifičnih procesa u deponovanom materijalu. Karakteristike šljake i pepela koji su više godina odloženi na deponiji i koji poprimaju neka nova svojstva, u odnosu na materijal koji se dobije na izlazu iz tehnološkog procesa, vrlo su značajni podaci za ocjenu rekultibilnosti ovih tehnogenih materijala. Sa aspekta bioprodukcije, u poređenju sa prirodnim zemljištem, ovi materijali nemaju ni približno zadovoljavajuće karakteristike a često je nizak i sadržaj fiziološki aktivnih hranjiva. (Rudarski institut Tuzla, 2008.).

REZULTATI POSTIGNUTI PROJEKTNOM AKTIVNOŠĆU • THE RESULTS ACHIEVED IN THE PROJECT ACTIVITIES

Na predmetnoj lokaciji izvršena je biološka rekultivacija pošumljavanjem. Na lokalitetu deponije šljake i pepela Turbići zasađeni sadni materijal je proizveden iz sjemena lokalnih provenijencija i pokazao je visok stepen adaptivnosti na terenu. Zasađene su sljedeće vrste: hrast kitnjak (*Quercus petraea*), bukva (*Fagus sylvatica*), grab (*Carpinus betulus*) gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), crni bor (*Pinus nigra*), bijeli bor (*Pinus sylvestris*). Voćkarice kao što su: divlja trešnja (*Prunus avium*), divlja kruška (*Pirus pyraeaster*), orah (*Juglans regia*). Pored navedenih vrsta drveća unešen je veći broj autohtonih grmova (*Cornus mas*, *Corylus avellana* i dr). Procenat prijema sadnica kretao se od 70 do 80 %. Pošumljavanjem je došlo je do boljeg vezivanja zemljišta i stanja vlažnosti supstrata usled razvoja sadnica, a sprečeno je i dizanje prašine u površinskom dijelu. Donja kota rekultivacione zone (slika 6.) već ima 100% pokrovnost sadnim materijalom. Što znači da je formiran zaštitni sloj koji ima dugotrajnu i efikasnu ekološku zaštitu prostora. Ekološki parametri na predmetnoj lokaciji su uveliko poboljšani sadni materijal pokazuje vitalitet koji utječe na prirašćivanje. (slika 6.).

ZAKLJUČAK • CONCLUSION

U radu su prezentirani rezultati biološke rekultivacije tehnogenih tala, kamenoloma „Ribnica“ i deponije šljake i pepela na lokalitetu Turbići u području Kakanja. Za rekultivaciju ovih ekstremnih tehnogenih supstrata korišten je autohtoni sadni materijal, drveća i grmlja, koje je, inače zastupljeno u okolnim šumskim fitocenozama. Sadnja je obavljena na grubo planiranom i stabiliziranom terenu, izgradnjom pletera i sjetvom autohtonih trava. Sadnja sadnica drveća je obavljena sa sadnicama različitog uzrasta, radi formiranja što bržeg fitoklimata i stvaranja povoljnih uslova za razvoj nasada.

Poslije deset godina od biološke rekultivacije navedenih lokaliteta utvrđen je visok stepen prijema sadnica i njihova vitalnost što je doprinijelo njihovoj harmonizaciji sa okolnim šumskim sa-



Slika 6. Fotodokumentacija realizacije projektnih aktivnosti deponije šljake i pepela „Turbići“, u Kakanju (slika 1- 6 predstavlja fotodokumentaciju od 2008. do 2016.).

Picture 6 – photo documentation of the project activities realization from the Turbici ash and slag landfill in Kakanj (pictures 1-6 represents the photo documentation from 2008 to 2016).

stojinama. Korištenje autohtonih vrsta drveća i grmlja u rekultivaciji ovih i sličnih tehnogenih tala doprinosi očuvanju biodiverziteta i prirodnosti šumskih zajednica.

Zahvala: Ovim putem želimo se posebno zahvaliti direktoru Termoelektrane Kakanj gospodinu Enveru Merdiću dipl. ing. maš. i gospodinu Hadisu Neimarliji iz Tvornice Cementa Kakanj, koji su nam bili od velike pomoći pri izradi ovog rada.

LITERATURA • REFERENCES

- Ballian, D. (2010.): Genetička struktura obične jele (*Abies alba MILL*) sa područja Očevije; Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu br. 1, (25- 26), Sarajevo.
- Ballian, D., Kajba D. (2011): Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti. ; Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sarajevo – Zagreb.
- Beus, V., Vojniković.S. (2012) : Specifičnost šumske vegetacije Bosne i Hercegovine, Zbornik radova / Naučna konferencija Šume – indikator kvaliteta okoliša, Sarajevo ANUBiH, Zbornik radova.

- Mekić, F. (1998.) : Rasadnici i nasadi. Šumarski fakultet u Sarajevu, Svjetlost-Fojnica, Fojnica.
- Mekić, F. (2005): „Rekultivacija degradiranih površina kosine pristupnog puta na kamenolomu „ Ribnica - Izvedbeni projekat.
- Pintarić, K.(2002): Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. UŠIT F BiH.
- Rudarski insititut d.d. Tuzla (2008): „Glavni projekat uređenja i proširenja deponije šljake i pepela u T.E Kakanj“, projekat rekultivacije i konzervacije deponije po fazama, Knjiga VI, Tuzla, septembra 2008. godine.
- Stilinović,S. (1987): Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i grmlja ; Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Veselinović, M., Dražić, D., Golubović V., Čurguz, N., Čule, N., Mitrović,S., Nikolić, B., Rakonjac, Lj. (2010) : „Planting material production for biological recultivation of deposols. “Degrade areas & Ecoremediation” Futura Belgrade – Viminacium, 21st -22nd May 2010, pp. 285-296. ISBN 978-86-86859-23-5 ([http://data.sfb.rs/sftp/sara.lukic/Conference%20proceedings%20%20Zbornik%20Radova\[1\].pdf](http://data.sfb.rs/sftp/sara.lukic/Conference%20proceedings%20%20Zbornik%20Radova[1].pdf)).

• SUMMARY

Implementing the process of recultivation presents a very complex task. Based on the field observations, years-long experience we gained through personal engagement on locations like these, as well as the analysis of the design solutions we can say that these locations present positive examples of the considerable efforts made by the investors to recultivate the existing areas. The positive examples of the biological recultivation using autochthonous planting material on the examined locations showed to be an extraordinary instrument for establishing the biological balance. The planting material from the analyzed project activities, which was introduced to the locations that were completely altered and withstood an anthropogenic impact, demonstrated a high level of adaptiveness. Biodiversity was preserved through introducing the species with their natural habitats in the close vicinity of the recultivation zone. These positive experiences show that it is still necessary to continue favoring the native planting material.