

PRVI REZULTATI ISTRAŽIVANJA MOGUĆNOSTI REVITALIZACIJE KAMENOLOMA OČURA I AUTOHTONIM VRSTAMA DRVEĆA I GRMLJA

INITIAL RESEARCH RESULTS OF THE POSSIBILITY OF REVITALIZING OČURA II QUERRY WITH AUTOCHTHONOUS TREE AND SHRUB SPECIES

S. PERIĆ¹, J. MEDAK², I. PILAŠ³, B. VRBEK⁴, M. TIJARDOVIĆ⁵

SAŽETAK: Na području Republike Hrvatske uvriježena je praksa da se različiti, krajnje devastirani tereni poput kamenoloma, deponija, odlagališta, šljunčara, u smislu trajnog zelenog pokrova, biološki revitaliziraju crnim borom (*Pinus nigra* Mill.). Korištenje drugih vrsta šumskog drveća te njihova uporaba u revitalizaciji do sada je kod nas nedovoljno istraženo. U tu je svrhu, u jesen 2007. godine, osnovano pokusno polje za potrebe istraživanja biološke sanacije kamenoloma Očura II autohtonim vrstama drveća i grmlja. Izabrane vrste su crni jasen (*Fraxinus ornus*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), crna topola (*Populus nigra*), vrbe (*Salix* sp.), te kalina (*Ligustrum vulgare*) i bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus*).

Podaci o preživljenju nakon dvije sezone evidentiranja ukazuju na bolju otpornost na presadnju i na prilagodbu novim uvjetima školovanih sadnica javora, jasena te vrba i topola od biljaka presađenih iz šume.

Sadnice kaline iz rasadnika nisu pokazale sličnu karakteristiku ranije navedenih vrsta, kao ni sklonost određenom tipu tla. Najmanje je preživljenje sadnica iz šume prenešenih na šumsko tlo (68,8 %), a najveće, također šumskih sadnica, ali na poljoprivrednom tlu (87,5 %).

Ukupno gledajući, može se uočiti kako sadnice iz rasadnika imaju visoko i približno isto preživljenje i na poljoprivrednom i na šumskom tlu (89,2–89,7 %), a veće je od preživljenja biljaka presađenih iz šume. Ono se kreće od 73,8 % na šumskom, do 86,3 % na poljoprivrednom tlu.

Sveukupno preživljenje biljaka (izuzevši veprinu) od 85,0 % vrlo je visoko i zadovoljavajuće te pokazuje šire mogućnosti odabira vrsta prilikom radova na biološkoj sanaciji pojedinih kamenoloma od do sada uvriježenih u praksi.

Analizom visinskih klasa, za sve promatrane vrste utvrđen je pomak za 1–4 klase. Najveći visinski prirast (do 120 cm) imale su sadnice vrba i topola.

Ključne riječi: biološka revitalizacija, pokusno polje, kamenolom Očura II, autohtone vrste drveća i grmlja, pionirske vrste.

UVOD – Introduction

Kamenolom “Očura” nalazi se u klisuri potoka Očura na sjeverozapadnom obronku Ivanšćice, 6 km od Le-

poglave. Sa sjeveroistočne strane uzdiže se brežuljkasto šumsko područje, dok se površinski kop nalazi s južne strane klisure, gdje se uzdižu brežuljci zapadnog dijela Ivanšćice. Osnovna razina zemljišta nalazi se na visini od 260 m. S južne strane se na zemljište nadovezuje šest etaža kamenoloma, s najvećom visinom od 420 m. Na zapadnoj strani se nadovezuju dvije etaže s najvećom visinom od 310 m do 370 m, a na istočnoj strani četiri

¹ Dr. sc. S. Perić, sanjap@sumins.hr

² Mr. sc. J. Medak

³ Dr. sc. I. Pilaš

⁴ Dr. sc. B. Vrbek

⁵ Dipl. ing. šum. M. Tijardović

Šumarski institut, jastrebarsko Cvjetno naselje 41,
10 450 Jastrebarsko

etaže s najvećom visinom od 335 m, dok se na sjevernoj strani nalazi jedna etaža visine od 25 m.

Kamenolom “Očura” posluje od 1933. i do sada je na tom prostoru izvađeno oko 13 milijuna kubnih metara mineralne sirovine. Jedan je od najvećih kamenoloma dolomita u Hrvatskom zagorju koji proizvodi tehnički kamen i karbonatno punilo (Crnković 1996). Mali broj znanstvenih radova odnosi se na istraživanja u ovom kamenolomu, a vezani su za rudarsko-geološka istraživanja (Braun i dr. 1993.; Durin i dr. 1993) te stručnih radova koji su obrađivali potencijalnu mogućnost izgradnje regionalnog odlagališta komunalnog i neopasnog industrijskog otpada (Sažetak prethodne studije o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog i neopasnog industrijskog otpada na eksploatacijskom polju “Očura”, Izrađivač studije SPP d.o.o. Varaždin, 2004.; Regionalno odlagalište komunalnog otpada Varaždinske, Krapinsko-zagorske i Međimurske županije, Pregled tehnološko-sigurnosnih pitanja za predstavnik medija i javnosti, IGM d.d. Lepoglava, 2004.)

Kada je 2006. godine tvrtka Holcim mineralni agregati d.o.o. preuzela poslovanje kamenoloma Očura, započelo se s aktivnostima vezanim za njegovu sanaciju. Izvršena je biološka sanacija aktivnog kamenoloma, a sukladno tomu namjerava se započeti sanacija rubnih dijelova novoga kamenoloma Očura II po načelu “eksploatacija uz paralelnu revitalizaciju” (Slika 1).



Slika 1. Površine kamenoloma devastirane u proizvodnji koje bi se trebale revitalizirati lokalnim biljnim vrstama

Figure 1 Areas of quarry which were devastated during the production and should be revitalised with local plant species

U Hrvatskoj je uvriježena praksa da su se različiti, krajnje devastirani tereni poput kamenoloma, deponija, odlagališta, šljunčara, u smislu trajnog zelenog pokrova, biološki saniraju crnim borom (*Pinus nigra*

Mill.). On je šumska vrsta drveća koja ima vrlo široku ekološku valenciju u pogledu zahtjeva za kvalitetom staništa, hranivima te klimatskim uvjetima. Vodeći se ekološkim principima sanacije želja nam je, kao i vodstvu Holcima, izvršiti sanaciju kamenoloma koristeći autohtone biljne vrste koje će se odabrati na temelju istraživanja provedenih na ovoj pokusnoj plohi. U tu je svrhu u jesen 2007. godine osnovano pokusno polje za potrebe istraživanja biološke sanacije kamenoloma Očura II autohtonim vrstama drveća i grmlja.

Osnovni je cilj ovoga pokusa utvrditi mogućnost primjene autohtonih vrsta šumskoga drveća i grmlja u revitalizaciji kamenoloma. Osim osnovnih kriterija kojima se rukovodi u odabiru vrsta za pošumljavanje golih površina, a to su biološke osobine i ekološka svojstva vrste, te drugih, poput estetskih, zdravstvenih, rekreacijskih i ekonomskih, u ovome su slučaju morali biti zadovoljeni i dodatni kriteriji vezani uz problematiku postavljanja pokusa.

Veliki rudarski radovi, ponajprije površinski kopovi, često korjenito mijenjaju krajolik i ostavljaju posljedice u prirodnom okolišu. Iz razloga održivog razvoja živog svijeta i iz estetskih razloga, nužno je nakon iskorištavanja kamene sirovine rekultivirati područje zahvata (Tušar 2002). Revitalizaciju sačinjavaju skupne aktivnosti biološke i tehničke sanacije, a proizlazi iz zakonske obveze kojom se predviđa ozelenjavanje i uređenje okoliša nakon prestanka eksploatacije i potrebe da se zemljište oplemeni za nove funkcije. Ravitalizacija predstavlja važnu komponentu u zaštiti okoline i izvodi se s ciljem da se devastirano zemljište vrati u prvotnu ili drugu namjenu te da se kosine osiguraju i spriječi klizanje ili obrušavanje stijenskih masa (Pranjić i Mesec 1992).

Za rekultiviranje napuštenih kamenoloma ili njihovih dijelova u prošlosti se nije izdvajao poseban novac, već se područje kamenoloma prepuštalo prirodnoj rekultivaciji, a taj proces teče izuzetno sporo; mjeri se desetljećima, a nije ni moguć na svakoj lokaciji uz vladajuće klimatske prilike (Tušar 2002).

U Hrvatskoj postoje mnogobrojna istraživanja biološke revitalizacije devastiranih terena (Topić 1999; Gračan i dr. 2005; Perić i dr. 2005; Ivančević 2005; Perić i dr. 2006; Perić i dr. 2007; Topić i Bogović 1991; Topić i dr. 2003) s crnim borom kao glavnom vrstom šumskog drveća. Istraživanja korištenja drugih vrsta te njihova uporaba u sanaciji samo su započeta (Pranjić i Mesec 1992) te je problematika revitalizacije površinskih kopova autohtonim vrstama drveća nedovoljno istražena.

MATERIJAL I METODE – Material and methods

Pokus je osnovan u rubnom dijelu kamenoloma Očura II, na već tehnički saniranoj terasi (Slika 2), ukupne površine od oko 500 m². Na terasu je navežen sloj jalovine iz kamenoloma koji djeluje kao podloga na-

veženom poljoprivrednom i šumskom humusnom substratu (tlu) (Slika 3). Dubina naveženog tla od 40–60 cm odgovara minimalnoj dubini tla potrebnoj za razvoj korjenskog sustava odabranih šumskih vrsta drveća i grmlja.



Slika 2. Kamenolom Očura s pokusnim poljem
Figure 2 Očura quarry with placement of experiment field

U šumi bukve povrh kamenoloma uzeti su uzorci iz pedoloških profila u prirodnim uvjetima iz tri dubine 1–10 cm, 12–40 cm i 50–80 cm.

Na lokalitetu pokusnog polja nanoseno je poljoprivredno, odnosno šumsko tlo, pri čemu je došlo do miješanja genetičkih horizonata. Iskopano je sedam pedoloških profila, poljoprivredno tlo (Očura 1–4) i šumsko tlo (Očura 5–7), a dodatna opažanja rađena su pedološkom sondom. Analize tala napravljene su u pedološkom laboratoriju Šumarskog instituta.



Slika 3. Navoženje šumskoga tla u pokusno polje
Figure 3 Deposition of forest soil on experiment field

Odabir drvenastih vrsta za rekultivaciju temeljio se na sljedećim kriterijima:

- Pionirske vrste, autohtone na lokalitetu kamenoloma
- Dostupnost u rasadničkoj proizvodnji, a u isto vrijeme
- Dostupnost u šumskoj sastojini u dovoljnom broju i odgovarajućoj kvaliteti

Izbor biljaka za vađenje obavljen je u šumskoj sastojini, na gornjem rubnom dijelu kamenoloma, koja se u skoro vrijeme planira posjeći kako bi se mogla nastaviti

daljnja eksploatacija kamena. U zreloj, prorijeđenoj bukvoj sastojini obilježene su biljke na temelju fenotipskih osobina. Pri tomu se moralo paziti na pripadnost željenoj vrsti i njihov postanak (sjeme, panj, žilje). U obzir su dolazile samo lijepo razvijene, mlade biljke, slične visinske i debljinske klase, isključivo nastale iz sjemena. Biljke su obilježavane u jesen, netom prije opadanja lista, vrpčama u različitim bojama (Slika 4).



Slika 4. Obilježene sadnice za vađenje u sastojini
Figure 4 Selected seedlings for extraction from stand

Sadnja biljaka izvršena je u pravilnom rasporedu sadnjom u jame (Slika 5.). Jame su, na naveženom tlu, iskopane do dubine od oko 30 cm. Za sadnju su korištene školovane sadnice iz rasadnika i pomladak iz okolnih šumskih sastojina. Oba tipa sadnica bila su golog korijena. Sadnju su obavili djelatnici Šumarskog instituta u listopadu 2007. godine.

Posađeno je ukupno 546 biljaka šumskih vrsta drveća, od toga 110 sadnica vrba i topola, 110 sadnica gorskoj javora i 110 sadnica crnoga jasena te 216 sadnica grmlja, od toga 144 kaline i 72 bodljikave veprine.



Slika 5. Osnivanje pokusnog polja
Figure 5 Experiment field establishment

Zbog oblika i dostupnosti sanirane terase predviđene za osnivanje pokusnog polja u dijelu naveženom poljoprivrednim tlom posađeno je nešto više sadnica (300, dok je na šumskom tlu posađeno 246 sadnica).

Od ukupnog se broja sadnica polovica odnosi na školovane sadnice iz rasadnika Šumarskog instituta, Jastrebarsko, a druga polovica na pomladak iz šumskih sastojina okolnog područja (Slika 6).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM – Research results with discussion

Za utvrđivanje pionirskih šumskih vrsta koje se od prirode pojavljuju na lokalitetu kamenoloma Očura, bilo je neophodno proučiti i snimiti vegetaciju, odnosno floristički sastav šumskih rubova, kao i onih površina unutar kamenoloma na kojima se počela pojavljivati prirodna vegetacija. Lokaliteti u kamenolomu Očura, predviđeni za daljnu eksploataciju, obrasli su s dvije šumske zajednice: brdskom bukovom šumom s mrtvom koprivom (*Lamio orvale-Fagetum* Horvat 1938) i bukovom šumom s volujskim okom (*Hacquetio-Fagetum* Košir 1962).

Pregledom terena utvrđeno je da su šumski rubovi u najbližoj okolici kamenoloma građeni od sljedećih vrsta: crni jasen (*Fraxinus ornus*), javori (*Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*), trešnja (*Prunus avium*), iva (*Salix caprea*), lijeska (*Corylus avellana*), mukinja (*Sorbus aria*), svib (*Cornus sanguinea*).

Na pojedinim lokalitetima u kamenolomu, na gotovo sterilnim šljuncima i sipinama uočen je pridolazak pionirskih šumskih vrsta kao što su vrbe (*Salix alba*, *S. caprea*, *S. purpurea*), topole (*Populus nigra*, *P. alba*, *P.*), breza (*Betula pendula*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*).

S obzirom na zadane kriterije (pionirske, autohtone, dostupne u okolnoj sastojini i u isto vrijeme u rasadničkoj proizvodnji) izbor vrsta bio je vrlo ograničen i sveo se na:

1. crni jasen (*Fraxinus ornus*)
2. gorski javor (*Acer pseudoplatanus*)
3. crna topola (*Populus nigra*)
4. vrbe (*Salix* sp.)
5. kalina (*Ligustrum vulgare*)

Za sadnju u pokusnom polju je izvan kriterija odabrana i bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus*), vrsta koja se obilnije javlja u šumskoj sastojini namijenjenoj za daljnu eksploataciju. Njezin odabir temeljen je isključivo na ideji o očuvanju pojedinih primjeraka ove zaštićene vrste u blizini njezinog staništa, koje će se eksploatacijom uništiti.

Zemljišni pokrov na ovom području je najčešće sačinjava smeđe tlo na dolomitu, a na manjim lokalitetima pojavljuju se rendzine i lesivirana tla. Rendzine su rasprostranjene uglavnom na strminama, a lesivirana tla na zaravnjenim površinama ili reljefnim uleknućima.

Iz rezultata kemijskih analiza (Tablica 1) moguće je utvrditi kako s obzirom na pH (1M-KCl) koji predstavlja značajniju vrijednost s biljno-fiziološkog gledišta tlo pridolazi unutar raspona od slabo kiselog (pogotovo prirodno tlo na dubini između 12–40 cm) do praktički neutralnog (pH 6,5 – 7,2). Naneseno šumsko tlo na pokusnom polju pokazuje nešto veći alkalitet od poljoprivrednog tla pa dijelom spada i u alkalna tla (pH < 7,2).

Tablica 1. Kemijske osobine analiziranih tala
Table 1 Chemical features of analysed soil

Oznaka uzorka Sample	Dub Depth h cm	pH		mg/ 100 g tla mg/ 100 g soil		N %	Humus %	CaCO ₃ %	C %	C N
		H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O					
Očura – P 01/08	1-10	7,16	6,42	2,97	15,11	0,30	9,14	6,70	5,31	17,70
Očura – P 01/08	12-40	7,63	6,26	0,88	7,55	0,07	2,58	0,42	1,50	21,43
Očura – P 01/08	50-80	7,47	6,64	1,98	8,00	0,01	0,86	34,77	0,50	50,00
Očura 1	-	7,41	6,95	24,31	10,28	0,11	3,51	37,70	2,04	18,55
Očura 2	-	7,43	7,02	28,60	6,45	0,09	3,21	31,42	1,87	20,78
Očura 3	-	7,49	7,03	29,15	7,37	0,12	4,25	29,02	2,47	20,58
Očura 4	-	7,46	7,05	35,86	8,10	0,12	3,78	32,33	2,20	18,33
Očura 5	-	7,66	7,13	2,53	7,00	0,16	3,84	48,09	2,23	13,94
Očura 6	-	7,74	7,22	6,16	7,92	0,12	3,64	46,82	2,12	17,67
Očura 7	-	7,85	7,22	2,42	8,10	0,19	5,12	34,80	2,98	15,68

Vrijednosti fiziološki aktivnog fosfora pokazuju kako je poljoprivredno tlo (Očura 1– 4) na pokusnom polju dobro opskrbljeno fosforom (> 20 mg P₂O₅) za razliku od prirodnog šumskog tla te šumskog tla na pokusu koje spada u slabo opskrbljena tla (0 – 10 mg

P₂O₅). Tla su uglavnom slabo opskrbljena fiziološki aktivnim kalijem (0 – 10 mg KCl).

Tla su umjereno do dobro opskrbljena dušikom (0,06 % – 0,2 %) osim humusno akumulativnog horizonta kod prirodnog tla gdje su bogata dušikom

(0,3 – 0,2 % N). Tla prema sadržaju humusa spadaju u dosta humozna (3 – 5 %), a u površinskom horizontu prirodnog tla jako humozna. U prirodnom šumskom tlu sadržaj karbonata je zanemariv u sloju 12–40 cm, dok je s druge strane matični supstrat karbonatan. Tla na pokusu su karbonatna. Prema odnosu C/N od oko 20 u tlima vladaju povoljni mikrobiološki uvjeti.

Tablica 2. Evidencija preživljenja biljaka na pokusnom polju
Table 2 Evidence of plant survival on test field

Vrsta Species	Broj biljaka / Number of plants											
	jesen 2007. / autumn 2007				proljeće 2008. / spring 2008				preživljenje % / survival %			
	polj. tlo		šumsko tlo		polj. tlo		šumsko tlo		polj. tlo		šumsko tlo	
	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma
G. javor	30	30	25	25	28	26	24	19	93,3	86,7	96,0	76,0
C. jasen	30	30	25	25	30	29	25	18	100,0	96,7	100,0	72,0
Topola i vrba	30	30	25	25	28	27	23	25	93,3	90,0	92,0	100,0
Kalina	40	40	32	32	34	35	30	31	85,0	87,5	93,8	96,9
Veprina	-	40	-	32	-	8	-	7	-	20,0	-	21,9
Ukupno: (bez veprine)	130	130	107	107	120	117	102	93	92,3	90,0	95,3	86,9

U prvoj godini nakon presađnje preživljenje gorskog javora kreće se od 76,0 % do 96,0 %. Najslabije opstaju biljke javora presađene iz šume, i to je nešto slabije preživljenje na šumskom tlu 76 % od preživljenja na poljoprivrednom tlu 86,7 %. Preživljenje školovanih sadnica javora je zadovoljavajuće na oba tipa tla i kreće se od 93,3 do 96,0 %.

Biljčice crnog jasena iz rasadnika imaju 100 % -tno preživljenje bez obzira na tip tla, međutim preživljenje crnog jasena presađenog iz šume različito je s obzirom

Mehanički sastav tala je povoljan, tla sadrže veći udio sitnog pijeska i praha, tako da pretežno spadaju u ilovasta tla dobrih vodnofizikalnih osobina.

Preživljenje po vrstama drveća i grmlja, porijeklu biljaka te tipu tla evidentirano je u proljeće 2008. i 2009. godine. Podatke prikazuju Tablice 2 i 3.

na tip tla. Na poljoprivrednom tlu zadovoljavajuće je i iznosi 96,7 %, dok biljčice na šumskom tlu imaju 72 % preživljenja.

Preživljenje vrba i topola kreće se od 90,0 do 100 %. Najbolje preživljenje imaju biljčice presađene iz šume na šumsko tlo, a biljčice iz šume presađene na poljoprivredno tlo imaju najniže preživljenje. Preživljenje školovanih sadnica kreće se od 92,0 do 93,3 %.

Preživljenje kaline je 85,0 do 96,9 %. Uspješnije su se pokazale biljke kaline posađene na šumskom tlu.

Tablica 3. Evidencija preživljenja biljaka na pokusnom polju (2009)
Table 3 Evidence of plant survival on test field (2009)

Vrsta Species	Broj biljaka / Number of plants											
	jesen 2007. / autumn 2007				proljeće 2009. / spring 2009				preživljenje % / survival %			
	polj. tlo		šumsko tlo		polj. tlo		šumsko tlo		polj. tlo		šumsko tlo	
	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma	rasad.	šuma
G. javor	30	30	25	25	28	22	22	18	93,3	73,7	88,0	72,0
C. jasen	30	30	25	25	30	28	25	14	100	93,3	100	56,0
Topola i vrba	30	30	25	25	27	27	23	25	90,0	90,0	92,0	100
Kalina	40	40	32	32	31	35	26	22	77,5	87,5	81,3	68,8
Veprina	-	40	-	32	-	3	-	6	-	7,5	-	18,9
Ukupno: (bez veprine)	130	130	107	107	116	115	96	85	89,2	86,2	89,7	73,8

U drugoj godini preživljenje gorskog javora kreće se od 72,0 % do 93,3 %. Biljke iz šume su u ovom vegetacijskom razdoblju više smanjile brojnost od biljaka iz rasadnika, čije se preživljenje kreće od 88,0 do 93,3 %.

Biljke crnog jasena porijeklom iz rasadnika zadržale su i u ovoj sezoni svoj ukupni broj (100 % -tno preživljenje bez obzira na tip tla), ali crni jasen presađen iz šume na šumsko tlo smanjio je svoje preživljenje

na čak 56 %. Na poljoprivrednom tlu biljke iz šume i dalje dosta dobro uspijevaju uz preživljenje od 93,3 %.

Preživljenje vrba i topola i u drugoj je sezoni vrlo visoko, te se i dalje kreće od 90,0 do 100 %. Najbolje preživljenje imaju biljčice presađene iz šume na šumsko tlo. Preživljenje školovanih sadnica kreće se od 90,0 do 92,0 %.



Slika 6. Pokusno polje u proljeće 2008.
Figure 6 Experiment field area in spring 2008

Preživljenje kaline kreće se od 68,8 do 87,5 %, pri čemu su se u ovoj sezoni najviše posušile biljke iz šume posađene na šumsko tlo.

Već sada se može ustanoviti da vrsta bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus*) nije podobna za presadnju u

kamenolom, s obzirom na nisku stopu preživljenja od 20,0 do 21,9 % u prvih šest mjeseci nakon osnivanja pokusa. Biljke koje su još uvijek žive skoro sve su zahvaćene sušenjem (Slika 7). U drugoj je godini nastavljen trend sušenja te su na poljoprivrednom tlu preživjele samo 3, a na šumskom 6 biljaka. Poznavajući ekologiju ove specifične šumske vrste, tj. njezine zahtjeve za svjetlošću, toplinom, osjetljivost na mraz i sl., ovakav krajnji rezultat je nažalost i bio očekivan te se može zaključiti da nije pogodna za presadnju u kamenolom. Malen broj primjeraka ove vrste dao bi se sačuvati pod specijalnim uvjetima presadnje i stručnog izbora mikrolokaliteta.

Podaci o preživljenju nakon dvije sezone evidentiranja ukazuju na bolju otpornost na presadnju i na prilagodbu novim uvjetima školovanih sadnica javora, jasea te vrba i topola od biljaka presađenih iz šume.

Sadnice kaline iz rasadnika nisu pokazale sličnu karakteristiku ranije navedenih vrsta, kao ni sklonost određenom tipu tla. Najmanje je preživljenje sadnica iz šume prenešenih na šumsko tlo (68,8 %), a najveće, ta-

Tablica 4. Visinske klase po vrstama drveća
Table 4 Height class per tree species

Vrsta Species	Visinski razred Height class	Broj biljaka po visinskim razredima							
		poljoprivredno tlo agricultural soi				šumsko tlo forest soil			
		Rasadnik Nursery		Šuma Forest		Rasadnik Nursery		Šuma Forest	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Gorski javor	do 25 cm	-	-	6	-	-	-	-	-
	do 50 cm	-	-	11	9	-	-	6	3
	do 75 cm	-	-	7	11	-	-	9	10
	do 100 cm	1	-	2	2	3	-	3	4
	do 125 cm	13	9	-	-	9	10	1	1
	do 150 cm	14	11	-	-	12	5	-	-
	do 175 cm	-	7	-	-	-	6	-	-
	do 200 cm	-	1	-	-	-	-	-	-
Crni jasen	do 25 cm	-	-	2	-	-	-	-	-
	do 50 cm	-	-	1	-	-	-	4	-
	do 75 cm	4	-	15	11	3	-	11	10
	do 100 cm	5	7	11	13	2	4	3	2
	do 125 cm	11	11	-	4	18	17	-	2
	do 150 cm	10	7	-	-	2	4	-	-
	do 175 cm	-	5	-	-	-	-	-	-
Topola i vrba	do 25 cm	-	-	-	-	-	-	1	-
	do 50 cm	5	-	3	-	6	-	2	-
	do 75 cm	15	-	11	1	15	-	12	-
	do 100 cm	7	3	8	2	1	3	9	-
	do 125 cm	1	4	5	7	1	5	1	1
	do 150 cm	-	8	-	7	-	9	-	9
	do 175 cm	-	8	-	5	-	4	-	10
	do 200 cm	-	4	-	5	-	2	-	2
do 225 cm	-	-	-	-	-	-	-	3	



Slika 7. Sušenje bodljikave veprine na pokusnom polju
Figure 7 Butcher's broom dieback on experiment field

kođer šumskih sadnica, ali na poljoprivrednom tlu (87,5 %).

Ukupno gledajući, može se uočiti kako sadnice iz rasadnika imaju visoko i približno isto preživljenje i na poljoprivrednom i na šumskom tlu (89,2–89,7 %), a veće je od preživljenja biljaka presađenih iz šume. Ono se kreće od 73,8 % na šumskom, do 86,3 % na poljoprivrednom tlu.

Sveukupno preživljenje biljaka (izuzevši veprinu) od 85,0 % vrlo je visoko i zadovoljavajuće te pokazuje šire mogućnosti odbira vrsta prilikom radova na biološkoj sanaciji pojedinih kamenoloma od do sada uvrije-

ženih u praksi.

Prilikom pregleda pokusa uočen je ponik javora, te je ustanovljena brojnost od 120 biljčica na dijelu pokusne plohe sa šumskim tlom. Opstanak ponika javora mogao bi ukazati na mogućnost korištenja sjemena ove vrste u poslovima biološke sanacije devastiranih terena.

Visine su mjerene u svibnju 2008. i 2009. godine na centimetar točnosti, a podaci su prikazani po visinskim razredima (Tablica 4). Analizom visinskih klasa, za sve promatrane vrste utvrđen je pomak za 1–4 klase. Najveći visinski prirast (do 120 cm) imale su vrbe i topole.

Sadnice gorskog javora i crnog jasena presađene iz šume u startu su bile nešto nižih visina, a one posađene na šumsko tlo pokazale su najmanji visinski prirast na način da su zadržale iste visinske klase.

Opći je dojam vrlo dobrog zdravstvenog stanja biljaka u pokusu. Nisu uočene značajne štete od biotskih (kukci, divljač, patogene gljive...) niti od abiotskih čimbenika (mraz, suša, pomanjkanje hraniva, prašina...).

Kod znatnog broja biljčica javora porijeklom iz šume utvrđen je suhi vrh koji je izazvan odgrizanjem divljači još u sastojini. Isto tako odgrizanje vrhova uočeno je na pokusu ubrzo nakon njegovog osnivanja, te se taj problem eliminirao postavljanjem žičane ograde. Preživljenje biljaka, s obzirom na ove štete, za sada nije upitno.

ZAKLJUČCI – Conclusion

Na temelju istraženih elemenata u pokusu mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- za revitalizaciju kamenoloma odabrane su adekvatne vrste autohtonog i pionirskog šumskog drveća i grmlja, uzimajući u obzir njihove ekološke zahtjeve i biološka svojstva
- uspjeh primanja mladih biljaka nakon dvije vegetacije, koji se izražava kroz postotak preživljenja, na pokusnom polju je zadovoljavajuće visok
- biljke porijeklom iz rasadnika pokazale su nakon dvije sezone nešto bolje preživljenje (89,5 %), od biljaka izvađenih iz okolne sastojine (84,4 %)
- između biljaka posađenih na poljoprivredno i na šumsko tlo, nakon prve sezone, nisu postojale razlike u postotku preživljenja (91,2–91,1 %), dok su se

nakon druge sezone biljke na poljoprivrednom tlu pokazale otpornijima s postotnom preživljenja od 87,7 % u odnosu na 81,8 % preživjelih biljaka na šumskom tlu

- bez obzira na porijeklo, sadnice vrba i topola pokazale su vrlo visok visinski prirast (pomak za čak 4 visinske klase)
- presađene biljke u pokusu su, nakon dva zimska perioda, vrlo dobrog zdravstvenog stanja
- zaštićena biljka bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus*), koju se željelo prenošenjem u pokus sačuvati od uništenja, nije se prilagodila novim životnim uvjetima (od 72 biljke, nakon dvije sezone, preživjelo je tek 9).

LITERATURA – References

- Crnković, B., 1996: Geološka građa – temelj razvoja rudarstva. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Vol. 6: 5–9. Zagreb.
- Braun, K., Ž. Mlinar, I. Baturić, 1993: Potencijalno nestabilna kosina iznad separacije u Kamenolomu dolomita "Očura" kraj Lepoglave.
- Durn, G. i dr., 1993: Heavy Metals in Liming Materials from NW Croatia: Possible Effect of Liming on Permissible Contents of Heavy Metals in Arable Soil. Geol. Croat. (46/1): 145–155. Zagreb.

- Gračan, J., S. Perić, M. Ivanković, H. Marijanović, 2005: Biološka sanacija erozije na području Like i Istre. Šumarski list 129: 110–119.
- Ivančević, V. 2005: Biološko-tehnički radovi na sanaciji senjske bujice "Torrente" i povećanje vodnog kapaciteta. Šumarski list 129: 91–100.
- Perić, S., V. Topić, Ž. Orešković, R. Maradin, 2005: Biološka sanacija površinskih kopova i deponija prilikom izgradnje autocesta u Hrvatskoj. Šumarski list 129: 120–132.
- Perić, S., B. Vrbek, I. Pilaš, N. Potočić, I. Selatković, Ž. Orešković, J. Medak, 2006: Projekt biološke sanacije deponija građevinskog materijala nastalih prilikom izgradnje autoceste Zagreb-Split, dionice Bosiljevo-Sveti Rok. Idejni projekt. Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Perić, S., B. Vrbek, I. Pilaš, J. Medak, 2007: Projekt krajobraznog uređenja vojarne Udbina. Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Pranjić, J., J. Mesec, 1992: Revitalizacija kamenoloma "Srednji Lipovac": Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Vol. 4, Zagreb.
- Regionalno odlagalište komunalnog otpada Varaždinske, Krapinsko-zagorske i Međimurske županije, Pregled tehnološko-sigurnosnih pitanja za predstavnike medija i javnosti; IGM d.d. Lepoglava, 2004.
- Sažetak prethodne studija o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog i neopasnog industrijskog otpada na eksploatacijskom polju "Očura"; Izrađivač studije SPP d.o.o. Varaždin, 2004.
- Topić, V., Z. Bogović, 1991: Projekt biološke sanacije kamenoloma Bast, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split.
- Topić, V., 1999: Površinski kopovi na Kaštelanskom području i mogućnosti njihove sanacije. Šumarski list 7–8: 301–309. Zagreb.
- Topić, V., S. Perić, Ž. Orešković, R. Maradin, 2003: Projekt biološke sanacije pozajmišta i deponija građevinskog materijala Rovanjaska i Posedarje. Idejni projekt. Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Tušar, B., 2002: Kamenolomi i okoliš. Građevinar 54 (6): 355–363. Zagreb.

SUMMARY: Biological revitalisation of highly devastated areas such as quarries, depots and landfills is in Croatia, in terms of permanent green coverage, usually conducted with Austrian black pine (Pinus nigra Mill.). Until now research of other forest tree species utilization and their usage within sanitation process haven't been conducted. With this objective, in the fall of 2007, test field for scientific needs was established for research of biological sanitation of quarry Očura II with autochthonous tree and shrub species. Basic aim of this trial was to determine the possibility of application of autochthonous tree and shrub species in quarry revitalisation. Trial was established in the border part of Očura II quarry on already technically improved terraces. On this terraces layer of waste-rock from quarry was deposited which acts as foundation. Trial was established in two repetitions which depend on the soil type (deposited agricultural or forest humus substrate (soil)). In every repetition seedlings from nursery and from surrounding forest stands were planted. Seven pedological profiles have been dug up and additional observations have been conducted with pedological sonde. For identification of pioneer forest species which come by nature on Očura quarry locality, it was necessary to study and to determine vegetation, floristic composition of forest edges, as well as areas inside of quarry on which natural vegetation begun to appear. Selection of plants for extraction was conducted in forest stands, on the top border area of quarry, which was planned for clearcut in the near future with the aim of sequent exploitation of quarry. Selected species were Flowering ash (Fraxinus ornus L.), Sycamore maple (Acer pseudoplatanus L.), Black poplar (Populus nigra L.), willows (Salix sp.), and European privet (Ligustrum vulgare L.). 546 plants of forest tree species was planted in total, which include 110 willows and poplar plants, 110 sycamore maple and 110 flowering ash plants and 216 bush species plants, which include 144 European privet and 72 Ruscus aculeatus plants. Selection of Ruscus aculeatus for this trial was based on preservation of individual specimens of this endangered specie in the vicinity of its habitat which will be devastated by exploitation.

*The results of test field monitoring indicate very good survival success of young plants. Outplanted plants on the test field were in very good health condition, except *Ruscus aculeatus*, which was planted with the aim of protection. For now conclusions about success of plants regarding the soil type could not be made, but there is a correlation between survival of plants and their breeding. At the time of survival observation nursery seedlings had higher average survival rate than plants extracted from surrounding stands. There is no difference in survival rate between plants planted on agricultural and forest soil in first year (91,2–91,1 %) but after second year there are differences (81,8 % on forest soil, 87,7 % on agricultural soil) .*

Survival of Sycamore maple is in range from 72,0 % to 93,3 %. Sycamore plants which have been extracted from forest stands have the lowest survival rate while plants planted on forest soil have lower survival (72 %) than plants planted on agricultural soil (73,7 %). Survival of sycamore nursery seedlings is satisfactory on both soil types and it ranges from 88,0 to 93,3 %. Flowering ash nursery seedlings have 100 % survival rate regardless of soil type, but survival of Flowering ash extracted from forest stands is different in relation to soil type. On agricultural soil this survival rate is satisfactory and amounts 93,3 %, while plants on forest soil have 56 % survival rate. Survival rate of willows and poplars ranges from 90,0 to 100 %. The best survival have plants which have been extracted from forest stands and been planted on forest soil, and plants from stands planted on agricultural soil have the lowest survival. Survival of nursery seedlings ranges from 92,0 to 90,0 %. Survival of European privet is in the range of 68,8 to 87,5 %. More successful are European privet plants planted on agricultural soil.

The results of this research indicate that adequate species of autochthonous and pioneer forest trees and species have been selected for revitalisation of this quarry, taking into account their ecological requirements and biological features.

Key words: biological revitalisation, test field, quarry Očura II, autochthonous tree and shrub species, pioneer species.