

# Začetak oplemenjivanja božićnih drvaca u Hrvatskoj

Saša Bogdan, Ivica Čehulić, Mladen Ivanković

## Nacrtač – Abstract

U Hrvatskoj je registrirano 1305 uzgajivača (tzv. dobavljača) i 358 ha nasada božićnih drvaca. U 2016. godini proizvedeno je 2 574 212 božićnih drvaca (minimalne visine 20 cm). Naši uzgajivači uglavnom nemaju genetski kvalitetan, testiran reprodukcijski materijal koji bi se odlikovao stabilnošću poželjnih fenotipskih svojstava, što, među ostalim, rezultira velikim varijacijama u kvaliteti njihova konačnoga proizvoda. Međutim, za proizvodnju ornamentalno visokovrijednih božićnih drvaca potrebno je raspolagati kvalitetnim genotipovima koji će se uzgajati u primjereno optimalnim okolišnim uvjetima. Samo podjednakom brigom za obje navedene sastavnice (genotip i okoliš) može se postići uspješna proizvodnja visokokvalitetnih drvaca. Zbog toga smo odlučili pokrenuti proces oplemenjivanja radi stvaranja i proizvodnje domaćega genetski poboljšanoga reprodukcijskoga materijala božićnih drvaca.

U ovom su radu opisane faze i dinamika izvedbe započetoga oplemenjivanja naših dviju autohtonih vrsta – obične smreke i obične jele. Kao ciljna fenotipska svojstva izabrane su gustoća krošnje, oblik krošnje i debla te raspored iglica na izbojcima. Definirani su i opisani kriteriji za ocjenjivanje ciljnih fenotipskih svojstava odnosno kriteriji provedene selekcije plus stabala u dostupnim matičnim populacijama. Kandidati jedinke su izabrani u kategoriju plus jedinke ako im je ponderirana ukupna ocjena fenotipske kvalitete bila barem jednu standardnu devijaciju viša od aritmetičke sredine pripadajuće populacije. Teorijski raspon ponderiranih ocjena kretao se od 2,0 (2,6) do 5,0, pri čemu je viša ocjena značila veću fenotipsku kvalitetu.

Ukupno je ocijenjeno 65 kandidata stabala obične smreke. Seleksijski kriterij zadovoljilo je šest kandidata s ocjenama u rasponu od 4,0 do 4,5. U matičnoj populaciji obične jele ukupno je ocijenjeno 90 kandidata stabala. Od toga je seleksijski kriterij zadovoljilo 15 kandidata s ocjenama u rasponu od 4,1 do 4,8. Izabrane plus jedinke začetak su kolekcije biljnoga materijala koji će poslužiti za daljnje faze procesa oplemenjivanja.

*Ključne riječi:* *Picea abies (L.) Karst., Abies alba Mill., reprodukcijski materijal, fenotipska selekcija, plus stabla*

## 1. Uvod – Introduction

Ukrašavanje božićnoga drvca jedna je od najpoznatijih božićnih tradicija, čiji su počeci zabilježeni u šestnaestom stoljeću na području današnje Litve i Njemačke. U Hrvatskoj se taj običaj počinje pojavljivati u sredinom devetnaestoga stoljeća pod utjecajem njemačke tradicije (Wikipedija 2017).

Danas se u Europi prodaje oko pedeset milijuna božićnih drvaca godišnje. Danska je najveći europski proizvođač božićnih drvaca s obzirom na broj stanovnika. Četiri tisuće danskih uzgajivača godišnje proizvedu od šest do sedam milijuna božićnih drvaca

(na oko pet milijuna stanovnika), od kojih većinu izvoze u susjedne zemlje, pri čemu se procjenjuje da godišnje prihoduju dvjesto milijuna eura (Frampton i McKinley 1999). U Hrvatskoj je registrirano 1305 uzgajivača (tzv. dobavljača) božićnih drvaca koji posjeduju 358 ha nasada. U 2016. godini proizveli su 2 574 212 božićnih drvaca (minimalne visine 20 cm). U prosjeku se na domaćem tržištu proda oko 450 000 drvaca godišnje, izveze se oko 40 000 (ponajviše u Dansku, ali i u Italiju i Njemačku), a uveze se oko 20 000 komada (Ministarstvo poljoprivrede 2017). Očić (2015) navodi da u Hrvatskoj ima oko 1000 ha nasada te da se uvozi oko 100 000 komada božićnih drvaca.



**Slika 1.** Poželjni habitus božićnoga drvca (preuzeto s <http://christmasfarmsvt.com/christmas/trees/wholesale/>)

**Fig. 1** *Desirable Christmas tree habitus* (downloaded from <http://christmasfarmsvt.com/christmas/trees/wholesale/>)

Božićna drvca imaju dekorativnu ulogu, stoga je vrlo važno da u prvom redu posjeduju visoku razinu ornamentalne vrijednosti, tj. estetski privlačan habitus. Iako estetska privlačnost ovisi o individualnim ukusima, danas će se većina ljudi složiti da je ornamentalno vrijedno ono božićno drveće koje se odlikuje pravilnim piramidalnim oblikom krošnje, bez rašljivosti, odnosno s izraženim dominantnim vrhom te gusto razvijenim i simetričnim pršljenovima grana koje su gusto obrasle iglicama (slika 1).

Na konačnu ornamentalnu vrijednost svakoga pojedinoga božićnoga drvca utječu dvije neodvojive sastavnice, a to su:

- ⇒ genetska konstitucija jedinke (kvaliteta genotipa)
- ⇒ interakcijski utjecaji raznovrsnih okolišnih čimbenika koji djeluju na jedinku tijekom rasta (npr. toplina, vlaga, hraniva, tlo, štetnici, kompeticija, uzgojni zahvati i dr.).

Zbog toga je za proizvodnju ornamentalno visokovrijednih božićnih drvaca potrebno raspolagati kvalitetnim genotipovima koje je onda potrebno aktivno uzgajati u primjereno optimalnim okolišnim uvjetima (npr. orezivanjem krošnje, suzbijanjem korova i patogena, prihranjivanjem i dr.). Samo podjednako brigom za obje navedene sastavnice (genotip i okoliš) može se postići najveći uspjeh u proizvodnji visokokvalitetnih božićnih drvaca. I jedino takva proizvodnja božićnih drvaca može postati dugoročno isplativa gospodarska djelatnost, čak i s izvoznim mogućnostima.

Potrebno je pojasniti što su »kvalitetni« genotipovi i na što se misli pišući »potrebno je raspolagati kvalitet-

nim genotipovima«. Kvalitetan genotip je jedinka ili skupina jedinki (npr. populacija, varijetet, kultivar ili sorta) koji je svojom genetskom konstitucijom predodređen (može se reći biološki programiran) da se razvije u željeni fenotip (npr. gusti raspored pršljenova grana). To naravno ne znači da bi takav genotip pokazao željeni fenotip u bilo kakvim okolišnim uvjetima, jer je fenotip rezultanta djelovanja gena i okoliša (White i dr. 2007). Međutim, kvalitetan genotip će značajno učestalije pokazivati željeni fenotip, čak i u manje povoljnom okolišu, a posebice u povoljnom. Dakle, kad kažemo »potrebno je raspolagati kvalitetnim genotipovima«, mislimo da nasade božićnih drvaca treba osnivati reprodukcijom materijalom (sjeme, sadnice) dobivenim od provjereno kvalitetnih genotipova (kontroliranim križanjem ili kloniranjem). Povećanje ornamentalne vrijednosti domaće proizvodnje božićnih drvaca može biti korisno i za ukupno gospodarstvo zbog povećanja izvozne konkurentnosti naših proizvođača.

Reprodukcijski materijal vrsta božićnih drvaca naši uzgajivači (dobavljači) nabavljaju iz raznovrsnih domaćih i inozemnih izvora, a najčešće se radi o genetski vrlo raznolikom materijalu. Uzgajivači uglavnom nemaju genetski kvalitetan, testiran reprodukcijom materijal koji bi se odlikovao stabilnošću poželjnih fenotipskih svojstava, što, među ostalim, rezultira velikim varijacijama u kvaliteti njihova konačnoga proizvoda (slika 2).

Da bi se mogla podići kvaliteta i isplativost proizvodnje autohtonih božićnih drvaca, smatramo potrebnim moći uzgajivačima ponuditi provjereno genetski kvalitetan reprodukcijom materijal. Zbog toga smo odlučili pokrenuti oplemenjivanje božićnih drvaca u



**Slika 2.** Varijacije fenotipa božićnih drvaca (preuzeto s <https://extension.psu.edu/christmas-tree-production>)

**Fig. 2** *Phenotypic variation of Christmas trees* (downloaded from <https://extension.psu.edu/christmas-tree-production>)

Hrvatskom šumarskom institutu radi stvaranja, a poslije radi masovnije proizvodnje genetski oplemenjenoga reprodukcijškoga materijala.

Klasično je oplemenjivanje šumskoga drveća ciklički proces koji obuhvaća faze selekcije, genetičkoga testiranja i kontroliranoga križanja. Oplemenjivanje započinje izborom kandidata jedinki u divljim odnosno matičnim populacijama i njihovom objektivnom fenotipskom selekcijom radi identifikacije plus jedinki. Zatim se plus jedinke genetički testiraju, što omogućuje njihovu genotipsku selekciju odnosno identifikaciju elitnih genotipova. Elitne se jedinke međusobno kontrolirano križaju radi formiranja nove matične populacije te se proces ciklički ponavlja. Cilj je toga cikličkoga procesa stvoriti tzv. genetski poboljšane varijetete koji se onda masovno razmnožavaju spolnim ili vegetativnim načinom te se kao reprodukcijški materijal upotrebljavaju za osnivanje operativnih nasada (Bogdan i Katičić Bogdan 2015).

Ovim radom želimo upoznati stručnu i širu javnost sa začetim oplemenjivanjem naših dviju autohtonih vrsta radi stvaranja i proizvodnje domaćega genetski poboljšanoga reprodukcijškoga materijala božićnih drvaca.

## 2. Materijal i metode – *Material and methods*

### 2.1 Faze projekta i dinamika njihove provedbe *Project phases and dynamics of their implementation*

Projekt neformalnoga imena »Oplemenjivanje radi stvaranja i proizvodnje genetski poboljšanoga reprodukcijškoga materijala božićnih drvaca« zamišljen je kroz provedbu sedam faza, a to su:

- ⇒ odabir vrsta ciljnih fenotipskih svojstava i kriterija selekcije (1. godina)
- ⇒ fenotipska selekcija plus jedinki (2. i 3. godina)
- ⇒ utvrđivanje tehnologije masovne reprodukcije selektiranih plus jedinki (od 2. do 5. godine)
- ⇒ masovna proizvodnja poboljšanoga reprodukcijškoga materijala (od 5. godine)
- ⇒ genetičko testiranje plus jedinki (od 8. do 13. godine)
- ⇒ genotipska selekcija elitnih jedinki (13. i 14. godina)
- ⇒ masovna proizvodnja testiranoga genetski oplemenjenoga reprodukcijškoga materijala (od 15. godine).

Dinamika provedbe navedenih faza navedena je u zagradama. Projekt je započeo 2015. godine te je u

prvoj fazi odlučeno da se žarište postavi na dvije vrste – običnu smreku (*Picea abies* /L./ Karsten) i običnu jelu (*Abies alba* Mill.).

Obje su vrste autohtone i autorima ovoga članka odmah i lako dostupne, što je bio glavni razlog upravo njihova izbora. Međutim, ista se metodologija može upotrijebiti i za druge prikladne vrste.

Kao ciljna fenotipska svojstva za izbor kandidata definirali smo sljedeća: 1. gustoća krošnje (GK); 2. oblik krošnje i debla (OK) i 3. raspored iglica na izbojcima (RI). Uz navedena »glavna« fenotipska svojstva odlučili smo ocjenjivati i širinu krošnje (ŠK).

Kriteriji za ocjenjivanje definirani su kako slijedi:

- ⇒ Svojstvo GK: ocjene 3 – 5 (5 – gusta krošnja u gornjoj polovini, deblo gotovo nije vidljivo; 4 – manje gusta krošnja u gornjoj polovini, deblo djelomično vidljivo između pršljenova; 3 – relativno rijetka krošnja u gornjoj polovini, deblo jasno vidljivo između pršljenova grana)
- ⇒ Svojstvo OK: ocjene 2 – 5 (5 – pravilno piramidalna, simetrična krošnja; 4 – nepravilno piramidalna, tj. nesimetrična; 3 – nije piramidalna, valjkasta ili izraženo nesimetrična; 2 – vidljive ozbiljne nepravilnosti oblika, kao što su rašljivost, oštećeni terminalni izbojak, višestruki terminalni izbojci ili iskrivljenost debla)
- ⇒ Svojstvo RI: ocjene 3 – 5 (5 – izražajno »četkast« raspored, iglice pravilno raspoređene oko osi izbojka; 4 – četkast, ali uz uočljive nedosljednosti; 3 – »češljast« raspored, tj. tipična izgleda za običnu smreku – iglice raspoređene na dvije strane od osi izbojka)
- ⇒ Svojstvo ŠK: ocjene Š, pŠ, U (Š – široka krošnja; pŠ – poluširoka krošnja; U – uska krošnja).

### 2.2 Fenotipska selekcija plus jedinki obične smreke i obične jele – *Phenotypic selection of Norway spruce and silver fir plus trees*

Druga faza projekta započela je početkom 2016. godine s izborom tzv. kandidata jedinki u matičnim populacijama. Matična populacija (u prvom ciklusu oplemenjivanja) svaka je divlja, neoplemenjena populacija vrste od interesa nad kojom oplemenjivači imaju ingerenciju. Kao matična populacija obične smreke poslužila je smreka koja se nalazila u poljima Rasadnika Hrvatskoga šumarskoga instituta, a matična populacija obične jele bio je pokusni nasad provenijencija »Brloško« na području Šumarije Fužine (Ivanković 2005).

Većina jedinki u matičnoj populaciji obične smreke imala je 10 godina, dok su jedinke u matičnoj populaciji obične jele imale 20 godina. Od ukupno preko

## OBRAZAC za ocjenjivanje kandidata za plus jedinke božićnih drvaca

Naziv svojite: obična smreka (*Picea abies* L./ Karst.)

Lokalitet: Rasadnik Hrvatskoga šumarskoga instituta, Jastrebarsko

Oznaka kandidata:

Položaj (mikrolokacija) kandidata:

Dob kandidata:

Datum ocjenjivanja:

Ocjenjivanje proveli: \_\_\_\_\_

Fenotipsko svojstvo	Kandidat jedinka	Poredbena jedinka 1	Poredbena jedinka 2	Poredbena jedinka 3	Poredbena jedinka 4
<sup>1</sup> Gustoća krošnje					
<sup>2</sup> Oblik krošnje					
<sup>3</sup> Širina krošnje					
<sup>4</sup> Raspored iglica					
<sup>5</sup> Broj iglica po cm duljine izbojka					
<sup>6</sup> Prosječna duljina iglica, mm					

<sup>1</sup> Gustoća krošnje: ocjene 3–5 (5 – gusta krošnja u gornjoj polovini, deblo gotovo nije vidljivo; 4 – manje gusta krošnja u gornjoj polovini, deblo djelomično vidljivo između pršljenova; 3 – relativno rijetka krošnja u gornjoj polovini, deblo jasno vidljivo između pršljenova grana).

<sup>2</sup> Oblik krošnje: ocjene 2–5 (5 – pravilno piramidalna, simetrična; 4 – nepravilno piramidalna, tj. nesimetrična; 3 – nije piramidalna, valjkasta ili izraženo nesimetrična; 2 – vidljive ozbiljne nepravilnosti oblika, kao što su rašljivost, oštećeni terminalni izbojak, višestruki terminalni izbojci ili iskrivljenost deblja).

<sup>3</sup> Širina krošnje (Š, pŠ, U): Š – široka krošnja; pŠ – poluširoka krošnja; U – uska krošnja

<sup>4</sup> Raspored iglica na izbojku: ocjene 3–5 (1 – izražajno „četkast“ raspored, iglice pravilno raspoređene oko osi izbojka; 2 – četkast, ali uz uočljive nedosljednosti; 3 – „češljast“ raspored, tj. tipična izgleda za običnu jelu).

<sup>5</sup> Broj iglica po duljini izbojka: izbrojiti iglice na 1 cm u srednjem dijelu osi izbojka koji se nalazi na osunčanom dijelu krošnje.

<sup>6</sup> Prosječna duljina iglice: izmjeriti duljinu 6 iglica na istom uzorku kao i za prethodno svojstvo (v. točku 5).

**Slika 3.** Obrazac za ocjenjivanje kandidata i poredbenih jedinki božićnih drvaca

**Fig. 3** Manual for scoring Christmas tree candidates and comparative individual trees

tisuću jedinki izabrano je 13 prikladnih kandidata obične smreke i 18 kandidata obične jele, i to subjektivnom metodom (vizualnim pregledom) na temelju prethodno navedenih definiranih fenotipskih svojstava i kriterija. Nakon toga se pristupilo ocjenjivanju kandidata te ocjenjivanju četiriju njima najbližih jedinki (poredbenih jedinki). Dakle, izbor plus jedinke proveden je na temelju poredbene metode fenotipske selekcije (Bogdan i Katičić Bogdan 2015). Ocjenama fenotipske kvalitete (GK, OK i RI – vidi sliku 3) dodijeljeni su koeficijenti važnosti te su izračunate ponderirane ukupne ocjene kvalitete habitusa svake pojedine jedinke po formulama:

$$PO_{PA} = (0,5 \times GK) + (0,4 \times OK) + (0,1 \times RI) \quad (1)$$

$$PO_{PAA} = (0,5 \times GK) + (0,3 \times OK) + (0,2 \times RI) \quad (2)$$

Gdje je:

$PO_{PA}$  ponderirana ukupna ocjena kvalitete habitusa za jedinku obične smreke

$PO_{PAA}$  ponderirana ukupna ocjena kvalitete habitusa za jedinku obične jele

Nakon izračunavanja ponderiranih ukupnih ocjena fenotipske kvalitete za sva ocjenjivana stabla u matičnim populacijama (kandidati i poredbene jedinke) izračunate su aritmetička sredina i standardna devijacija populacija ocjenjivanih jedinki. Kandidati su izabrani u kategoriju plus jedinke ako im je ponderirana ukupna ocjena fenotipske kvalitete bila barem jednu standardnu devijaciju viša od aritmetičke sredine pripadajuće populacije.

### 3. Rezultati i rasprava – Results and discussion

Ukupno je ocijenjeno 65 stabala obične smreke (13 kandidata i 52 poredbena stabla). Teorijski raspon ponderiranih ukupnih ocjena kvalitete habitusa ( $PO_{PA}$ ) bio je od 2,6 do 5,0 (pri čemu viša ocjena znači veću kvalitetu habitusa). Srednja vrijednost  $PO_{PA}$  ocjena u matičnoj populaciji iznosila je 3,4, dok se raspon ocjena kretao od 2,6 do 4,5. Standardna devijacija ocjena kvalitete habitusa iznosila je 0,4, što znači da je selek-

cijski prag za izbor plus jedinke iznosio 3,8. Seleksijski kriterij zadovoljilo je šest kandidata s ocjenama u rasponu od 4,0 do ocjene 4,5. Izabrane plus jedinke obične smreke u Registru nose oznake PA 2, PA 4, PA 5, PA 7, PA 9 i PA 12.

U matičnoj populaciji obične jele ukupno je ocijenjeno 90 stabala (18 kandidata i 72 poredbena stabla). Teorijski raspon ponderiranih ukupnih ocjena kvalitete habitusa ( $PO_{AA}$ ) bio je od 2,0 do 5,0 (viša ocjena = veća kvaliteta). Srednja vrijednost  $PO_{AA}$  ocjena u matičnoj populaciji iznosila je 3,5, dok se raspon ocjena kretao od 2,2 do 4,8. Standardna devijacija ocjena kvalitete habitusa iznosila je 0,6, što znači da je seleksijski prag za izbor plus jedinke iznosio 4,1. Seleksijski kriterij zadovoljilo je 15 kandidata s ocjenama u rasponu od 4,1 do 4,8. Izabrane plus jedinke obične jele u Registru nose oznake od AA 1 do AA 11, te AA 13, AA 14, AA 15 i AA 18.

Izabrane plus jedinke začetak su kolekcije biljnoga materijala koji će poslužiti za daljnje faze osmišljenoga projekta oplemenjivanja. One su uvedene u neformalni prvi hrvatski Registar plus jedinki božićnih drvaca. U Registru je za svaku plus jedinku upisana pripadajuća ocjena za svako ocjenjivano fenotipsko svojstvo te njezina ukupna ponderirana ocjena kvalitete habitusa. Osim toga u Registar su upisane i vrijednosti seleksijskoga praga, tj. vrijednosti aritmetičke sredine i standardne devijacije izračunate na temelju ponderiranih ocjena svih ocjenjivanih jedinki (kandidati i poredbene jedinke zajedno).

Plus jedinke posjeduju fenotipsku superiornost u odnosu na ostale pripadnike svojih matičnih populacija sukladno objektivnomu kriteriju selekcije (jedna standardna devijacija iznad prosjeka matičnih popu-

lacija). Trenutačno je projekt u provedbi treće faze (utvrđivanje tehnologije masovne reprodukcije selektiranih plus jedinki). Planirani rok završetka ove faze je 2022. godina, kada očekujemo stjecanje uvjeta za početak masovne proizvodnje prve generacije genetski poboljšanoga reproduksijskoga materijala božićnih drvaca obične smreke i obične jele.

#### 4. Literatura – References

- Bogdan, S., I. Katičić Bogdan, 2015: Genetika s oplemenjivanjem drveća i grmlja. Recenzirani nastavni tekst (skripta). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–224.
- Frampton, J., C. McKinley, 1999: Christmas trees and greenery in Denmark – Production and tree improvement. *American Christmas Tree Journal*, 43(2): 4–11.
- Ivanković, M., 2005: Genetička i fenotipska varijabilnost hrvatskih i slovenskih provenijencija obične jele (*Abies alba* Mill.). Doktorski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–128.
- Ministarstvo poljoprivrede, 2017: Evidencija o proizvodnji, prometu i uvozu božićnih drvaca (zaključno s 31. 12. 2016.). Podatci dobiveni elektroničkom poštom na temelju prethodnoga upita.
- Očić, V., 2015: Isplati li se proizvoditi božićna drva? *Gospodarski list*, 22: 16–17.
- Wikipedija – suradnici, »Božićno drveće« Wikipedija, Slobodna enciklopedija, //hr.wikipedia.org/w/index.php?title=Bo%C5%BEi%C4%87no\_drveće&oldid=4642047 (pristupljeno 03. 11. 2017.).
- White, T. L., W. T. Adams, D. B. Neale, 2007: *Forest genetics*. CAB International, Wallingford Oxfordshire OX10 8DE UK, 1–682.

#### Abstract

### *Initiation of Christmas Tree Breeding in Croatia*

*In Croatia there are 1 305 registered Christmas tree growers and 358 ha of farms. In 2016, 2,574,212 Christmas trees (>20 cm in height) were produced. Our growers do not usually use tested genetically improved reproductive material that would provide stability of desirable phenotypic traits, which (among other things) results in large variations in the quality of their final product. However, for the production of ornamentally highly valuable Christmas trees, it is necessary to grow high quality genotypes in optimal environmental conditions. Only equal care for both components (genotype and environment) can assure effective production of high quality trees. That is why we decided to initiate a Christmas tree breeding process with the aim of creating and producing domestic genetically improved reproductive material.*

*This paper describes the phases and dynamics of the breeding process for our two indigenous species, Norway spruce and silver fir. Crown density, tree form, and needle layout pattern were selected as the target phenotypic traits. The criteria for assessing the target phenotypic traits, i.e. the criteria for the plus trees selection in the available base populations, have also been described. Candidate individual trees were selected as the plus trees if their total weighted phenotypic quality score was at least one standard deviation higher than the arithmetic mean of the associated base*

populations. The theoretical range of weighted scores ranged from 2.0 (2.6) to 5.0, where a higher score meant higher phenotype quality.

A total of 65 Norway spruce candidate trees were scored. The selection criterion was met by 6 candidates with scores ranging from 4.0 to 4.5. A total of 90 silver fir candidate trees were scored. The selection criterion was met by 15 candidates with scores ranging from 4.1 to 4.8. Selected plus trees represent the initiation of a core plant collection that will be used for further breeding efforts.

*Keywords:* Picea abies (L.) Karst., Abies alba Mill., reproductive material, phenotypic selection, plus trees

---

Adrese autorâ – Authors' addresses:

Izv. prof. dr. sc. Saša Bogdan \*  
e-pošta: sbogdan@sumfak.hr  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25  
10000 Zagreb  
HRVATSKA

Ivica Čehulić, mag. ing. silv.  
e-pošta: ivicac@sumins.hr  
Dr. sc. Mladen Ivanković  
e-pošta: mladeni@sumins.hr  
Hrvatski šumarski institut  
Cvjetno naselje 41  
10450 Jastrebarsko  
HRVATSKA

\* Glavni autor – Corresponding author

Primljeno (Received): 11. 9. 2017.

Prihvaćeno (Accepted): 9. 10. 2017.