

KOMPARACIJA ISKORIŠTENJA KAPACITETA U PROIZVOĐAČA MASIVNOGA NAMJEŠTAJA OD BUKOVINE

T. GRLADINOVIĆ¹, V. GRBAVAC² i D. MANDUŠIĆ³

¹ Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, University of Zagreb

² Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Agriculture, University of Zagreb

³ Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Agriculture, University of Zagreb

SAŽETAK

Bukva (*Fagus silvatica* L.) drvo je koje se u nas najviše prerađuje u pogonima za preradu drva i proizvodnju masivnog namještaja. Zato je istraživanje iskorištenja kapaciteta strojeva u tim pogonima izrazito aktualna problematika. Ispitivanje iskorištenja kapaciteta strojeva (radnih mjesta) obavljeno je u tri proizvođača masivnog bukova namještaja. Iskorištenje kapaciteta strojeva utječe na produktivnost, troškove proizvodnje, cijenu, kvalitetu proizvoda i konkurentnost. Cilj istraživanja bio je odrediti iskorištenost kapaciteta strojeva te komparacijom utvrditi postoji li razlika među proizvođačima i kolika je. Praćenje iskorištenja kapaciteta strojeva obavljeno je metodom trenutačnih opažanja. Snimljeni podaci obrađeni su statističkim metodama.

Ključne riječi: bukva (*Fagus silvatica* L.), prerada drva, proizvodnja namještaja, iskorištenje kapaciteta

1. UVOD

Sposobnost nekog stroja da u određenom vremenskom razdoblju (t) proizvede određenu količinu učinka (Q) nazivamo kapacitetom (K) tog stroja (radnog mjesta) (Grladinović, 1999):

$$K = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Kapacitet stroja (radnog mjesta) kompleksna je veličina. Ona je rezultat ukupnog djelovanja svih činitelja proizvodnje i njihova racionalnog povezivanja.

Kapaciteti strojeva ne ovise samo o njihovim tehničkim svojstvima već i o činiteljima proizvodnje - o radnoj snazi i elementima tih činitelja proizvodnje koji se obrađuju i organiziranju. Ovisno o postignutom uspjehu u usklađivanju proizvodnih činitelja, što je posljedica subjektivnih (kvarovi strojeva) i objektivnih (stanju na tržištu) okolnosti u kojima poduzeće posluje, postojeći se kapacitet stroja može u većoj ili manjoj mjeri iskoristiti.

Čimbenici koji utječu na iskorištenje kapaciteta strojeva u pogonu jesu količina i kvaliteta učinka, elementi za obradu, potreban broj radnika, stupanj učinka radnika, vremensko razdoblje obrade, broj radnih smjena, iskorištenje instaliranog postrojenja, tehnološke metode, režimi rada i sl.

Bukva (*Fagus sylvatica* L.) drvo je koje se u nas najčešće prerađuje u pogonima za preradu drva i proizvodnju namještaja. Zato je istraživanje iskorištenja kapaciteta strojeva u tim pogonima izrazito aktualna problematika. Postoje velike razlike u iskorištenju kapaciteta strojeva uvjetovane proizvodnim kapacitetima, iskorištenjem operativnog vremena, tehnologijom i organizacijom rada u proizvodnji.

Praćenjem iskorištenja kapaciteta strojeva dobivaju se podaci upotrebljivi u praksi i primjenjivi pri projektiranju tehnoloških procesa, planiranju organizacije proizvodnje u svim područjima prerade drva i proizvodnje namještaja.

Kako bi se osigurao kontinuitet angažiranja svih strojeva u poduzeću, nužno je izraditi pokazatelje o najvećem mogućem učinku tih strojeva te o njihovu iskorištenju.

Cilj istraživanja bio je ispitati iskorištenje kapaciteta strojeva u proizvođača bukova masivnog namještaja, ustanoviti postoji li razlika iskorištenja kapaciteta strojeva i kolika je te utvrditi činitelje koji utječu na to.

2. METODA RADA

Iskorištenje kapaciteta strojeva određuje se znanstvenim metodama. Izabrana je metoda trenutačnih opažanja. Ta se vrlo poznata metoda (osobito u području studija rada) pokazala vrlo svrsishodnom i točnom pri određivanju stupnja iskorištenja kapaciteta. Provođenje postupka na osnovi te metode zahtijeva posebno kvalificirane radnike koji se moraju pri mjerenju pridržavati precizno utvrđenih pravila:

- opažanja se moraju obavljati trenutačno, ali uvijek u drukčijim vremenskim razmacima i tijekom duljega vremenskog razdoblja (tablice slučajnih brojeva do broja 60)
- jedno opažanje treba se odnositi samo na jedan dio (detalj)
- treba znanstveno utvrditi koliki je broj opažanja i kolika učestalost opažanja potrebna u jednoj vremenskoj jedinici (frekvencija) za donošenje punovrijednih zaključaka.

Pri izračunavanju kapaciteta kao glavni problem pojavljuje se način mjerenja kapaciteta s obzirom na jedinicu mjere kojom se on može iskazati.

Praćenje iskorištenja kapaciteta obavljena su u poduzećima koja proizvode jednak ili sličan proizvodni program od bukovine. Mjerenja su obavljena istodobno u tri pogona doradne pilane. U sva tri pogona strojevi obavljaju istu fazu rada u tehnološkom procesu.

Tablica 1. Strojevi praćeni metodom trenutaćnih opažanja u doradnim pilanama

Table 1 Machines included in the sampling method in finishing sawmill

R. b. Ord. no.	Pogon A Plant A	Pogon B Plant B	Pogon C Plant C
1.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	četverostrana blanjalica four-side planing machine	četverostrana blanjalica four-side planing machine
2.	traćna pila paralica band resawing machine	traćna pila paralica band resawing machine	traćna pila paralica band resawing machine
3.	tokarski stroj turing lathe	tokarski stroj turing lathe	tokarski stroj turing lathe
4.	poluautomatski tokarski stroj semi-automatic lathe	poluautomatski tokarski stroj semi-automatic lathe	kopirni tokarski stroj copy turing lathe
5.	poprećna kružna pila cross-cut circular saw	poprećna kružna pila cross-cut circular saw	poprećna kružna pila cross-cut circular saw
6.	četverostrana blanjalica s univerzalnom profilnom glodalicom four-side planing machine with universal profile shaping machine	četverostrana blanjalica four-side planing machine	četverostrana blanjalica four-side planing machine
7.	pila za sljubnice edge jointing circular saw	pila za sljubnice edge jointing circular saw	ravnalica thickness planer
8.	hidraulićna zvjezdasta preša za širinsko spajanje hydraulic circular clamp carrier (blockboard gluing)	hidraulićna preša za širinsko spajanje hydraulic clamp carrier (blockboard gluing)	hidraulićna preša za širinsko spajanje hydraulic clamp carrier (blockboard gluing)
9.	stolarska traćna pila scroll band saw	stolarska traćna pila scroll band saw	stolarska traćna pila scroll band saw

Nakon dovoljno dugog razdoblja promatranja, tj. nakon što se obavio dovoljno velik broj zabilježaka za željenu preciznost snimljenih podataka, provedena je analiza i izraćun elemenata snimaka za svaki stroj (radno mjesto), odnosno grupu radnih mjesta, i to tako da je broj zabilježaka svakoga pojedinog elementa rada ili gubitka stavljen u odnos s ukupnim brojem svih zabilježaka (T a b o r š a k, 1970; R E F A, 1971/75; Ź u Ź u l i B r a n i c a, 1993):

$$q = \frac{\text{broj zabilježaka rada}}{\text{ukupni broj zabilježaka}} \cdot 100 \quad (2)$$

Pri tom je q postotak iskorištenja kapaciteta, odnosno rada.

$$q = \frac{\text{broj zabilježaka narada}}{\text{ukupni broj zabilježaka}} \cdot 100 \quad (3)$$

gdje je p postotak nerada, odnosno gubitaka.

Udio svakoga pojedinog elemenata rada ili gubitka izračunava se na jednak način, pri čemu zbroj svih pojedinačnih elemenata mora biti jednak postotku q , odnosno p , tj.:

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = p \quad (4)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = q \quad (5)$$

Granice rasipavanja stvarnih postotaka nerada izračunane su prema jednadžbi:

$$S = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (6)$$

Slučajne ili signifikantne razlike jesu:

$$t = \frac{(p_1 - p_2)}{S_d} \quad (7)$$

Ako je taj rezultat manji od 2 ($t < 2$), znači da su razlike u izračunanim srednjim vrijednostima posljedica slučaja, a ako je veći od 2 ($t > 2$), to znači da su razlike signifikantne, tj. da na iskorištenje kapaciteta strojeva djeluje neki vanjski činitelj.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Snimanjem metodom trenutačnih opažanja dobiveni su rezultati iskorištenja kapaciteta strojeva u proizvođača masivnoga bukova namještaja. Rezultati su prikazani postotnim udjelom u strukturi radnog vremena. U

tablicama 2, 3. i 4. dani su broj obavljenih opažanja, postotni udio nerada u strukturi radnog vremena pojedinih strojeva i cijelog pogona, granice rasipanja postotka nerada i točnost postotnog udjela nerada u odnosu prema broju opažanja.

Tablica 2. Broj obavljenih opažanja, postotak nerada, granice rasipanja i točnost u odnosu prema broju opažanja za pogon A

Table 2 Number of observations, inactivity percentage, measure of dispersion and accuracy in relation to the number of observations for plant A

R. b. Ord. no.	Stroj, radno mjesto Machine, working post	Broj obavljenih opažanja Number of observations <i>n</i>	Postotak nerada Inactivity percentage <i>p</i> [%]	Granice rasipanja Measure of dispersion <i>S_d</i> [%]	Točnost Accuracy <i>ε_r</i> [%]
1.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	2240	44,60	± 2,0	5,0
2.	tračna pila paralica band resawing machine	2240	47,07	± 2,0	4,7
3.	tokarski stroj turning lathe	2240	32,57	± 1,7	6,0
4.	poluautomatski tokarski stroj semi-automatic lathe	2240	87,80	± 1,4	1,5
5.	poprečna kružna pila cross-cut circular saw	2240	91,44	± 1,1	1,5
6.	četverostrana blanjalica s univerzalnom profilnom glodalicom four-side planing machine with universal profile shaping machine	2240	-	-	-
7.	pila za sljubnice edge jointing circular saw	2240	38,07	± 1,7	6,3
8.	hidraulična zvjezdasta preša za širinsko spajanje hydraulic circular clamp carrier (blockboard gluing)	2240	28,74	± 1,7	6,5
9.	stolarska tračna pila scroll band saw	2240	58,66	± 1,7	3,5
	Ukupno za odjel Total for a department	20 160	58,66	± 0,7	1,1

Tablica 3. Broj obavljenih opažanja, postotak nerada, granice rasipanja i točnost u odnosu prema broju opažanja za pogon B

Table 3 Number of observations, inactivity percentage, measure of dispersion and accuracy in relation to the number of observations for plant B

R. b. Ord. no.	Stroj, radno mjesto Machine, working post	Broj obavljenih opažanja Number of observations n	Postotak nerada Inactivity percentage p [%]	Granice rasipanja Measure of dispersion S_d [%]	Točnost Accuracy ϵ_r [%]
1.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	2170	35,00	$\pm 1,7$	6,0
2.	tračna pila paralica band resawing machine	2170	33,30	$\pm 1,7$	6,0
3.	tokarski stroj turning lathe	2170	14,50	$\pm 1,3$	1,0
4.	poluautomatski tokarski stroj semi-automatic lathe	2170	57,50	$\pm 1,7$	3,5
5.	poprečna kružna pila cross-cut circular saw	2170	36,20	$\pm 1,7$	6,0
6.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	2170	-	-	-
7.	pila za sljubnice edge jointing circular saw	2170	58,10	$\pm 1,7$	3,5
8.	hidraulična preša za širinsko spajanje hydraulic clamp carrier (blockboard gluing)	2170	40,20	$\pm 2,0$	5,1
9.	stolarska tračna pila scroll band saw	2170	41,90	$\pm 2,0$	5,9
	Ukupno za odjel Total for a department	19 530	46,26	$\pm 0,6$	1,6

Granice rasipanja kreću se od 0,6 do 0,7%. Točnost snimljenih podataka iznosi 1,1 - 1,6 %. Snimljeni se podaci prihvaćaju jer zadovoljavaju točnost od 10%. Postotno iskorištenje kapaciteta stroja kreće se unutar dvije standardne devijacije u sva tri promatrana pogona proizvođača masivnoga bukovoga namještaja. Testiranjem proporcija dvaju pogona ustanovljeno je da nema

signifikantnih razlika između njih ($t_{AB} < 2$, $t_{BC} < 2$, $t_{CB} < 2$). To upućuje na zaključak da nema utjecaja vanjskih činitelja na rad strojeva i pogona. Na osnovi provjere pouzdanosti snimljenih podataka oni se mogu prihvatiti kao valjani i mogu poslužiti za daljnju analizu iskorištenja kapaciteta i njihovu usporedbu (tabl. 5).

Tablica 4. Broj obavljenih opažanja, postotak nerada, granice rasipanja i točnost u odnosu prema broju opažanja za pogon C

Table 4 Number of observations, inactivity percentage, measure of dispersion and accuracy in relation to the number of observations for plant C

R. b. Ord. no.	Stroj, radno mjesto Machine, working post	Broj obavljenih opažanja Number of observations n	Postotak nerada Inactivity percentage p [%]	Granice rasipanja Measure of dispersion S_d [%]	Točnost Accuracy ϵ_r [%]
1.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	1699	60,40	$\pm 3,7$	5,2
2.	tračna pila paralica band resawing machine	1699	12,90	$\pm 3,0$	1,4
3.	tokarski stroj turing lathe	1699	39,30	$\pm 3,5$	7,0
4.	kopirni tokarski stroj copy turing lathe	1699	42,30	$\pm 3,5$	6,5
5.	poprečna kružna pila cross-cut circular saw	1699	22,90	$\pm 1,7$	10,0
6.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	1699	-	-	-
7.	ravnalica thickness planer	1699	73,40	$\pm 2,5$	3,0
8.	hidraulična preša za širinsko spajanje hydraulic clamp carrier (blockboard gluing)	1699	11,60	$\pm 3,0$	16,0
9.	stolarska tračna pila scroll band saw	1699	18,20	$\pm 3,0$	11,0
	Ukupno za odjel Total for a department	15 291	31,22	$\pm 0,7$	2,60

Tablica 5. Komparativni prikaz postotnog iskorištenja kapaciteta strojeva u promatranim pogonima proizvođača masivnog namještaja od bukovine

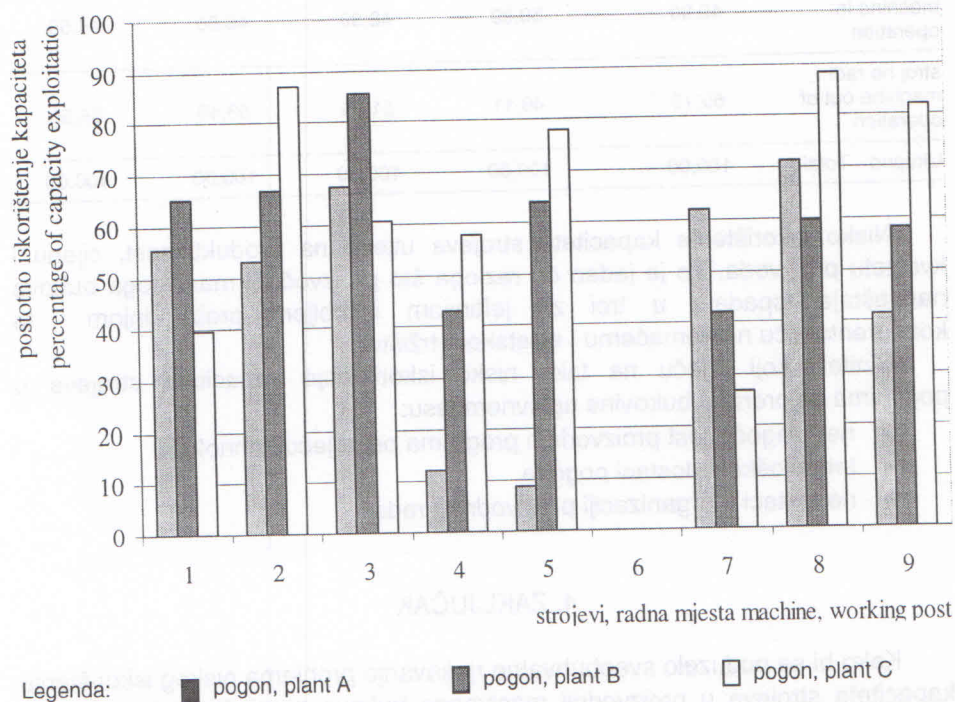
Table 5 Comparative survey of percentage exploitation of machine capacity in the observed plants of massive beech furniture manufacturers

R. b. Ord. no.	Stroj, radno mjesto Machine, working post	Postotak iskorištenja kapaciteta Percentage of capacity exploitation		
		Pogon A - Plant A	Pogon B - Plant B	Pogon C - Plant C
1.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	55,40	65,00	39,60
2.	tračna pila paralica band resawing machine	52,93	66,70	87,10
3.	tokarski stroj turing lathe	67,43	85,50	60,70
4.	poluautomatski tokarski stroj semi-automatic lathe	12,20	42,70	
	kopirni tokarski stroj copy turing lathe			57,70
5.	poprečna kružna pila cross-cut circular saw	8,56	63,80	77,90
6.	četverostrana blanjalica four-side planing machine	nije radila u promatranom razdoblju inactivity in observation period		
	pila za sljubnice edge jointing circular saw	61,93	41,90	
7.	ravnalica thickness planer			26,60
8.	hidraulična preša za širinsko spajanje hydraulic clamp carrier (blockboard gluing)	71,26	59,80	88,40
9.	stolarska tračna pila scroll band saw	41,34	58,10	81,80
Prosjek za promatrane pogone An average for observed plants		41, 22	53,74	57,75

Za promatrani pogon A prosječno je iskorištenje kapaciteta strojeva 41,22%, za pogon B 53,70%, a za pogon C 57,75%. Prosječno iskorištenje pogona je 50,89%. Iz prikaza rezultata uočljivo je nisko iskorištenje kapaciteta strojeva u promatranim pogonima, što znači da postoje rezerve kapaciteta. Na nisko iskorištenje kapaciteta strojeva znatno utječe nerad četverostrane blanjalice. U tim pogonima ona ima važno mjesto jer treba obraditi gotovo sve bukove elemente. Različito iskorištenje kapaciteta strojeva upućuje na različitost tehnoloških tokova materijala iako se na njima izrađuju jednaki ili slični poroizvodi.

Slika 1. Komparativni prikaz postotnog iskorištenja kapaciteta u promatranim pogonima proizvođača masivnog namještaja od bukvine

Figure 1 Comparative presentation of percentage capacity exploitation in observed plants of massive beech furniture manufacturers



Istraživanjem iskorištenja kapaciteta strojeva u pogonima različitih djelatnosti prerade bukve dobiveni su sljedeći rezultati (tabl. 6). Dobiveni rezultati pokazuju nisko iskorištenje kapaciteta strojeva i u različitim djelatnostima prerade bukvine.

Tablica 6. Iskorištenje kapaciteta strojeva u različitim djelatnostima prerade bukovine

Table 6 Machine capacity exploitation in different fields of beech processing

Djelatnosti prerade bukovine					
Stages of beech processing					
Struktura vremena rada stroja Time structure of machine operation	Pilana (prerada bukovine) Sawmill (beech processing)	Doradna pilana (prerada bukovine) Finishing sawmill (beech processing)	Ploče od bukovine Massive beech board	Bukov masivni Namještaj Massive beech furniture	Prosječno iskorištenje kapaciteta Average capacity exploitation
Prosjek u postocima [%] Average in percentages [%]					
stroj radi machine in operation	40,90	50,89	48,80	46,60	44,50
stroj ne radi machine out of operation	59,10	49,11	51,20	53,40	55,50
Ukupno - Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Nisko iskorištenje kapaciteta strojeva utječe na produktivnost, cijenu i kvalitetu proizvoda. To je jedan od razloga što proizvođači masivnoga bukova namještaja ispadaju u trci za jeftinijom i boljom proizvodnjom te konkurentnošću na domaćemu i svjetskom tržištu.

Činitelji koji utječu na tako nisko iskorištenje kapaciteta strojeva u pogonima za preradu bukovine uglavnom jesu:

- neprilagođenost proizvodnih programa postojećoj tehnologiji
- tehnološki nedostaci pogona
- nedostaci u organizaciji proizvodnog rada.

4. ZAKLJUČAK

Kako bi se poduzelo sveobuhvatno rješavanje problema niskog iskorištenja kapaciteta strojeva u proizvodnji masivnoga bukova namještaja, potrebno je proizvodne programe prilagoditi postojećoj tehnologiji i uvesti bolju organizaciju rada.

Nužne osnove za to osigurava planiranje kapaciteta strojeva, što podrazumijeva korištenje rezultata planiranja strojeva i suvremenih tehnologija, znanstvenoga i tehničkog napretka, ekonomije, materijala, energije i stručnjaka.

U tome je važno dobivene podatke primijeniti u praksi drvne industrije za sastavljanje važnih pokazatelja iskorištenosti kapaciteta strojeva, projektiranje suvremenih tehnoloških procesa, planiranje i organizaciju proizvodnje.

COMPARING CAPACITY EXPLOITATION IN THE PRODUCTION OF MASSIVE BEECH FURNITURE

SUMMARY

Beech (*Fagus sylvatica* L.) is the most widely used tree species in timber processing plants and massive furniture production. Consequently, research of machine capacity exploitation in these plants is of particular importance. Exploitation capacity (working posts) was investigated in three manufacturers of massive beech furniture. Exploitation capacity affects productivity, production costs, price, product quality and competitiveness. Research was aimed at assessing the rate of exploitation capacity and detecting any possible differences among producers. Exploitation capacities were monitored with the sampling method. The recorded data were processed with statistical methods.

Key words: beech (*Fagus sylvatica* L.), timber processing, furniture production, exploitation capacity

LITERATURA - REFERENCES

1. Drabek, J., Marček, J., 1999: Evaluation of the investment level in wood processing industry in the SR and its development strategy. U: Development trends in production management for forestry and wood processing. Scientific book, University of Zagreb, Faculty of Forestry, Zagreb, Hrvatska. str 33-40.
2. Grladinović, T., 1999: Upravljanje proizvodnim sustavima u preradi drva i proizvodnji namještaja, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska.
3. Pavlič, I., 1985: Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga, Zagreb, Hrvatska.
4. Rašner, J., Sujová, A., 2001: Conditions for restructuring of industrial firm. U: CO-MAT-TECH, MVK Trnava, Trnava, Slovačka, str. 117-127.
5. Taboršak, D., 1970: Studij rada, Tehnička knjiga, Zagreb, Hrvatska.
6. Šupin, M., Paluš, H., 1999: Modeling Sawnwood Demand in the Slovakia Republic, Acta Facultatis Xylogologiae, VTU Zvolen, Zvolen, Slovačka. str. 27-45.
7. Šupin, M., Paluš, H., Vasilečko, J. 1997: Position of Slovakia Sawmill Products on European Market, Acta Facultatis Xylogologiae, VTU Zvolen, Zvolen, Slovačka. str. 93-99.
8. Žužul, J., Branica, M., 1993: Statistika, Informator, Zagreb, Hrvatska.

9. W e d e l, E. H. 1962: Multimoment – aufnahmen in theorie und praxis, Carl Hanser – Verlag, München, Njemačka.
10. R E F A, 1971/75: Methodenlehre des Arbistsstudiums, Teil 2, Datenermittlung, Carl Hasner Verlag, München, Njemačka.

Adrese autora – Authors' addresses:

Doc. dr. sc. Tomislav Grladinović
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10000 Zagreb
telefon: 01 235 2451
faks: 01 235 2530
E-mail: grladin@hrast.sumfak.hr

Primijeno – Received:
05. 12. 2002.

Prof. dr. sc. Vitomir Grbavac
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10000 Zagreb
telefon: 01 239 3723
E-mail: vgrbavac@yahoo.com

Dubravka Mandušić, dipl. ing.
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10000 Zagreb
telefon: 01 239 3723
E-mail: simunovic@agr.hr