

UDK: 582.623.2:631.547.2

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**ZNAČAJ DIMENZIJA SADNICA TIPRA 1/2 NA IZBOR OPTIMALNE
GUSTINE SADNJE KOD TRI KLONA CRNIH TOPOLA SEKCIJE
AIGEIROŠ (DUBY)**

Andrašev Siniša, Rončević Savo, Ivanišević Petar¹

Izvod: U radu su prikazani rezultati uticaja gustine sadnje reznica na proizvodnju sadnica tipa 1/2 tri klona crne topole sekcije Aigeiros na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme. Istraživani su klonovi PE 19/66, B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) i klon Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier), dok su primenjene gustine sadnje za proizvodnju sadnica tipa 1/2 bile u rasponu od gustih do retkih: 0,80×0,20 m, 0,80×0,25 m, 0,80×0,30 m, 0,80×0,40 m, 0,80×0,50 m.

Rezultati istraživanja su pokazali da se klonovi razlikuju u preživljavanju i srednjoj visini sadnica tipa 1/2, dok se uticaj gustine sadnje manifestovao samo na srednje visine sadnica. Istraživani klonovi su imali različitu visinsku strukturu sadnica u zavisnosti od gustine sadnje što je potvrđeno numeričkim pokazateljima i neparametarskim testom Kolmogorov-Smirnova.

Primenjeni različiti kriterijumi minimalne visine sadnica od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m za sadni materijal pokazali su da je kod „niskih“ kriterijuma (2,0 m) procenat neupotrebljivih sadnica minimalan kod svih gustina sadnje i sva tri klona topole, te izbor gustine sadnje treba da se zasniva na količini proizvedenih sadnica po hektaru. Kod „visokih“ kriterijuma (3,5 m) razlike u broju proizvedenih upotrebljivih sadnica po hektaru od većih ka manjim gustinama sadnje se smanjuju, a procenat neupotrebljivih sadnica je visok i kod najredih gustina sadnje, što izbor pomera ka retkim gustinama sadnje.

Kod „srednjih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (2,5 i 3,0 m), koji se najčešće sreću u rasadničkoj proizvodnji, uzimajući u obzir količinu sadnica po hektaru i procenat upotrebljivih sadnica kod svakog istraživanog klona, može da se izabere optimalne gustina koja se nalazi u okviru primenjenih gustina sadnje.

Ključne reči: gustina sadnje, klon topole, visina sadnice, visinska struktura.

¹ Dr Siniša Andrašev, naučni saradnik, dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, dr Petar Ivanišević, viši naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

EFFECTS OF DIMENSIONS OF NURSERY PLANTS TYPE 1/2 ON CHOICE OF OPTIMAL PLANTING DENSITY IN THREE CLONES OF BLACK POPLAR SECTION AIGEIROS (DUBY)

Abstract: Results of planting density effects on production of nursery plants type 1/2 of three black poplar clones section Aigeiros (Duby) grown on sandy fluvisol are shown in this paper. The clone PE 19/66, B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.), and clone Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) were studied, while applied planting densities for production of nursery plants type 1/2 ranged from dense to scarce: 0,80×0,20 m, 0,80×0,25 m, 0,80×0,30 m, 0,80×0,40 m, 0,80×0,50 m.

The results of investigation showed that there were differences in survival rate and average height of nursery plant type 1/2 between clones, while effect of planting density was manifested only on average height of nursery plants. Studied clones exhibited different height structure of nursery plants depending on planting density, which was confirmed by numerical parameters and non-parametric Kolmogorov-Smirnov test.

Applied different criteria relating to minimal nursery plant height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m showed that in so called "low" criterion (2,0 m) the percentage of unusable nursery plants was minimum for all planting densities and in all three poplar clones, and thus the planting density should be based on the quantity of produced nursery plants per hectare. In so called "high" criterion (3,5 m) differences in number of produced nursery plants per hectare between different planting densities were diminishing, and the percentage of unusable nursery plants remained high even at the lowest planting densities, shifting the choice from high towards lower planting densities.

In so called „mean“ criterion relating to minimum nursery plant height (2,0 and 2,5 m), which is the most often encountered in nursery production, the optimal density (which is found within applied planting densities) can be chosen taking the quantity of nursery plants per hectare into account.

Key words: planting density, poplar clone, height of nursery plant, height structure.

1. UVOD

Rasadnička proizvodnja, kao prva faza u proizvodnji drvene mase topola, treba da obezbedi sadni materijal odgovarajućih karakteristika sa ciljem maksimalnog prijema i preživljavanja sadnica nakon sadnje, ali i uspešnog daljeg razvoja novoosnovanih zasada topola.

Proizvodnja drvene mase topola odvija se u polojima reka na staništima čija je osnovna karakteristika velika varijabilnost u pogledu hidroloških uslova (Herpka, 1979) i svojstava zemljišta na malim prostorima (Živanov, 1982). Zasadi topola se osnivaju za različite namene: zasadi za proizvodnju tehničkog drveta, zasadi za proizvodnju celuloznog drveta i zasadi za proizvodnju biomase za energiju (Marković et al., 1997). U proteklom periodu razvoja topolarske proizvodnje u trajanju od preko 60 godina, jedna od karakteristika je i stalna izmena asortimana klonova (kultivara), kao posledice njihove osetljivosti na napade patogena kada se osnivaju u monoklinalnim zasadima na velikim površinama.

U uslovima navedenih staništa mnogobrojni faktori uslovljavaju uspešnost rasadničke proizvodnje: tip zemljišta, odnosno posebno svojstva fiziološki aktivnog profila (do 50-70 cm dubine), obezbeđenost hranivima i vodom, izbor klona topole, izbor razmaka sadnje, primena mera nege (okopavanje, prašenje), zaštita sadnica od

biotskih i abiotskih faktora (Herpka i Marković, 1974, Marković, 1974, 1991, Marković i Rončević, 1986, 1995, Živanov, 1974, Živanov et al., 1985, Ivanišević, 1991, 1993, Rončević et al., 2002, Andrašev et al., 2002, 2003).

Na osnovu dugogodišnjih istraživanja elemenata tehnologije rasadničke proizvodnje u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu (ranije Institut za topolarstvo) konstatovano je da nema uniformne tehnologije proizvodnje sadnog materijala, već da se proizvodnja sadnica mora obavljati za konkretne oblike zasada i za konkretne uslove staništa (Marković i Rončević, 1986, 1995).

Namena zasada i svojstva zemljišta opredeljuju uzgojni oblik – tip sadnice za osnivanje zasada topola. Kao rezultat naučno-istraživačkog rada ali i praktičnog iskustva, s'obzirom na starost sadnica, način sadnje i namenu zasada, do danas je definisano nekoliko tipova sadnog materijala topola i vrba: jednogodišnje sadnice (1/1, 1/2, 1/0), dvogodišnje sadnice (2/2, 2/3, 2/0), korenovi (0/1) i reznice.

Jedna od osnovnih pretpostavki za uspešno osnivanje i visoku proizvodnost zasada topola je kvalitet upotrebljenog sadnog materijala (Žu fa, 1961, Bura, 1968, Herpka i Marković, 1974).

Sadni materijal koji se upotrebljava za osnivanje zasada treba da ima određene dimenzije. U praksi su se do sada, kao merilo kvaliteta, koristili prečnici sadnica na određenoj visini (1,0 m, 1,3 m) i visine sadnica. Korišćenje prečnika sadnica, iako ranije upotrebljavano u klasiranju sadnica klona I-214, nije prihvatljivo kao jedinstveni kriterijum jer različiti klonovi za iste visine imaju značajno različite prečnike (Andrašev et al., 2002). Klasiranje sadnica po osnovu visine pokazalo se kao pogodan kriterijum (Herpka i Marković, 1974, Marković, 1974, 1991, Marković i Rončević, 1986, 1995, Živanov, 1974, Živanov et al., 1985, Ivanišević, 1991, 1993, Rončević et al., 2002, Andrašev et al., 2002, 2003). Visina sadnice ne utiče na elemente rasta zasada u kasnijem periodu, ali utiče na preživljavanje sadnica u zasadu nakon sadnje što u značajnoj meri umanjuje količinu drvne mase topola (Marković 1974, 1991). Stoga više autora navodi minimalnu visinu sadnice koja nema značajan uticaj na preživljavanje sadnica i dalji razvoj stabala u zasadu od 2,5 m, a u izuzetnim slučajevima na staništima sa malim rizikom po uspeh pošumljavanja minimalna visina može da bude 2,0 m (Marković, 1991; Marković i Rončević, 1986, 1995; Ivanišević, 1991; Rončević et al., 2002; Andrašev et al., 2002, 2007).

Novija istraživanja ukazuju da se različiti klonovi crnih topola, koji se primenjuju u praksi ili se nalaze u završnoj fazi testiranja i uvođenja u proizvodnju, razlikuju u pogledu reakcije na gustinu zasada (Andrašev et al., 2002) i tehnološke postupke izrade i sadnje reznica (Kovačević et al., 2006; Andrašev et al., 2006).

Cilj rada je da ukaže na značaj gustine sadnje, kao jednog od osnovnih elemenata u proizvodnji drvne mase topola, pri proizvodnji sadnica tipa 1/2 sa aspekta upotrebljivosti sadnica različitih klonova topola kada se kao kriterijum upotrebljivosti koristi minimalna visina sadnice.

2. OBJEKAT ISTRAŽIVANJA

Istraživanja su obavljena sa tri klona crne topole sekcije *Aigeiros* (Duby), od kojih dva klona, PE 19/66 i B-229, pripadaju američkoj crnoj topoli (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) i klon Pannonia* koji je hibrid domaće i američke crne topole (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier). Primenjene su sledeće gustine sadnje:

- tretman gustine A – 0,80 × 0,20 m ili 62.500 reznica po hektaru;
- tretman gustine B – 0,80 × 0,25 m ili 50.000 reznica po hektaru;
- tretman gustine C – 0,80 × 0,30 m ili 41.667 reznica po hektaru;
- tretman gustine D – 0,80 × 0,40 m ili 31.250 reznica po hektaru;
- tretman gustine E – 0,80 × 0,50 m ili 25.000 reznica po hektaru.

Ogled je osnovan u proleće 2008. godine na lokalitetu “Bašte”, Ogledno dobro Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. U svakom istraživanom tretmanu (klon i gustina sadnje) posađeno je po 30 reznica, dužine 20±2 cm, u četiri ponavljanja pri slučajnom rasporedu. U proleće 2009. godine izvršeno je čepovanje ožiljenica sa ciljem da se proizvedu sadnice tipa 1/2.

Osnovne fizičko-hemijske osobine zemljišta, date su u tabeli 1, pokazuju da zemljište pripada tipu fluvisol, peskovite forme (Škorić et al., 1985).

Tabela 1. Fizičko-hemijske osobine zemljišta na istraživanom lokalitetu
Table 1. Physico-chemical properties of soil in experimental field

Hori- zont <i>Horizon</i>	Dubina <i>Depth</i>	C_aCO_3	pH	Hu- mus	N	P_2O_5	K_2O	Granulometrijski sastav <i>Granulometric composition</i>				Pesak <i>Silk</i>	Glina <i>Clay</i>	Teksturna klasa <i>Texture class</i>
								>0,2	0,2- 0,02	0,02- 0,002	<0,002			
	[cm]	[%]		[%]	[%]	[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
(A) _{mo,p}	0-27	19.3	8.4	1.02	0.072	4.4	7.2	0.5	81.5	12.4	5.6	82.0	18.0	ilov. pesak <i>loamy sand</i>
IG _{so}	27-80	6.3	8.5	0.27	0.011	2.6	3.2	1.4	89.8	5.6	3.2	91.2	8.8	pesak <i>sand</i>
IIIG _{so}	80-95	19.7	8.7	0.37	0.018	3.6	4.0	0.3	73.7	16.4	9.6	74.0	26.0	pesk. ilovača <i>sandy loamy</i>
IIIIG _{so}	95-112	13.0	8.7	0.12	0.006	2.6	2.0	1.9	90.5	4.8	2.8	92.4	7.6	pesak <i>sand</i>
IVG _{so}	112-250	15.2	8.8	0.14	0.008	3.4	2.2	12.0	68.0	14.0	6.0	80.0	20.0	ilov. pesak <i>loamy sand</i>
VG _{so}	250-270	11.3	8.5	0.10	0.001	0.4	2.0	69.3	30.3	0.0	0.4	99.6	0.4	pesak <i>sand</i>

Izvor: Ivanišević, (1991): *Efekte dubrenja u proizvodnji sadnica topola na aluvijalnim zemljištima srednjeg Podunavlja*. Magistarski rad, rukopis. Šumarski fakultet, Beograd. p. 194.

Source: Ivanišević, (1991): *Effects of fertilization in poplar nursery production on alluvial soils in middle Danube basin*. Master's Thesis. University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade. p. 194 [in Serbian].

U reljefnom smislu zemljište se nalazi na uzvišenju, odnosno “gredi”, gde se podzemna voda nalazi na dubini preko 2,5 m. Za zemljište je karakterističan visok sadržaj ukupnog peska po celoj dubini profila, sa proslojkom peskovite ilovače na dubini od 80-95 cm. Ovakav granulometrijski sastav zemljišta i raspored slojeva u profilu ne omogućava kapilarni uspon podzemne vode u zonu rizosfere, te je

* U literaturi se često sreće naziv M-1.

korenov sistem opredeljen na usvajanje vode iz površinskih slojeva, koji imaju mali kapacitet skladištenja lakopristupačne vode. Imajući navedeno u vidu u toku vegetacionog perioda izvršeno je zalivanje ogledne površine u dva navrata, u junu i julu, sa po cca 50 mm·m⁻².

3. METOD RADA

Na kraju vegetacionog perioda u 2008. i 2009. godini premerene su visine svake ožiljenice, odnosno sadnice letvom sa tačnošću od 1 cm u svakom ponavljanju. Premerene visine su poslužile da se dobije procenat preživljavanja, kao i elementi visinske strukture.

U radu su usvojene minimalne visine sadnica od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m, kao kriterijum za upotrebljivi sadni materijal. Premerene visine su poslužile da se utvrdi procenat učešća upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica koje sa aspekta minimalnih visina mogu da predstavljaju sadni materijal, kao i broj sadnica po hektaru za svaki istraživani tretman (klon i gustina sadnje) i svako ponavljanje.

Poređenje srednjih vrednosti primenjenih faktora (klon, gustina sadnje) izvršeno je testom dvofaktorijalne analize varijanse, uz prethodnu transformaciju procenata preživljavanja po formuli: $z = \arcsin(\%prež.)^{1/2}$. Primenjen je mešoviti model testa dvofaktorijalne analize varijanse u kome je klon topole smatran fiksnim, a gustina sadnje slučajnim faktorom:

$$X_{ijm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{m(ij)}$$

gde su: μ – opšta sredina, α_i – efekat klona, β_j – efekat primenjene gustine sadnje, $(\alpha\beta)_{ij}$ – efekat interakcije, $\varepsilon_{m(ij)}$ – slučajni efekat (Hadživuković, 1973).

Efekat ispitivanih izvora variranja procenjen je na osnovu učešća njihovih očekivanih varijansi (σ_x^2) u ukupnom variranju (σ_T^2), dok je za poređenje srednjih vrednosti korišćen test najmanje značajne razlike (NZR) na nivou rizika od 0,05.

Za definisanje visinske strukture korišćeni su numerički pokazatelji: aritmetička sredina (\bar{h}), standardna devijacija (s_d), koeficijent varijacije (c_v), minimum (h_{min}), maksimum (h_{max}), koeficijenti asimetrije (α_3) i spljoštenosti (α_4) (Stamenković i Vučković, 1988).

Za upoređenje visinskih struktura korišćen je neparametarski test Kolmogorov-Smirnova. Obrada podataka je izvršena pomoću programskih paketa STATISTICA, ver. 7.1 i EXCEL.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Preživljavanje i srednje visine sadnica

Istraživani klonovi imali su različito preživljavanje na kraju prve godine, dok različita gustina sadnje reznica nije imala uticaj na preživljavanje ožiljenica tipa 1/1 (tabela 2). Najveće preživljavanje ostvario je klon Pannonia, u proseku 87,1%, a najmanje klon PE 19/66, od 75,6% (tabela 3).

Tabela 2. Rezultati testa dvofaktorijalne analize varijanse uticaja klona i gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine ožiljenica u prvoj godini**Table 2.** Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on survival rate and mean values of rooted cuttings one years old

Izvor varijacije Source of variation	Preživljavanje Survival rate					Srednje visine ožiljenica Average values of rooted cuttings height				
	Suma kvadrata Sum of squares	step slob. deg. of free.	Sredina kvadrata Mean square	F-količnik F-ratio	p vrednost p value	Suma kvadrata Sum of squares	step slob. deg. of free.	Sredina kvadrata Mean square	F-količnik F-ratio	p vrednost p value
Klon Clone	0,22252	2	0,11126	6,167	0,0043	3	2	1	0,003	0,9973
Gustina sadnje Planting density	0,0646	4	0,01615	0,895	0,4747	608	4	152	0,329	0,8573
Klon × Gustina Clone × Pl. density	0,18598	8	0,02325	1,289	0,2736	4069	8	509	1,1	0,3812
Pogreška Error	0,81182	45	0,01804			20808	45	462		
Ukupno Total	1,28492	59				25488	59			

Tabela 3. Rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine ožiljenica istraživanih klonova topola u prvoj godini**Table 3.** Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on survival rate and mean values of rooted cuttings one years old of examined clones

Gustina sadnje Planting density	Preživljavanje [%] Survival rate [%]			Srednje visine ožiljenica [cm] Mean heights of rooted cuttings [cm]		
	PE 19/66	B-229	Pannonia	PE 19/66	B-229	Pannonia
A (0.8×0.20m)	82.6 a ¹	86.5 ab	89.1 a	224.8 a	218.8 a	244.0 a
B (0.8×0.25m)	73.7 a	88.7 a	83.9 a	234.8 a	231.2 a	218.0 a
C (0.8×0.30m)	71.0 a	80.2 ab	91.8 a	222.3 a	224.3 a	241.3 a
D (0.8×0.40m)	84.0 a	81.7 ab	81.6 a	238.1 a	242.8 a	221.5 a
E (0.8×0.50m)	66.8 a	77.2 b	88.8 a	238.1 a	239.6 a	230.7 a
prosek (average)	75,6	82,9	87,1	231,6	231,3	231,1
F-količnik (F-ratio)	1.236	2.03	0.738	0.375	0.902	1.627
p-vrednost (p-value)	0.337	0.142	0.58	0.823	0.487	0.219

¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.

¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Na kraju prve godine istraživanja istraživani klonovi su ostvarili približno iste srednje visine ožiljenica, kako međusobno, tako i u zavisnosti od primenjenih gustina sadnje. Klon PE 19/66 je ostvario srednje visine od 222-238 cm u zavisnosti od primenjenih gustina sadnje, a klon B-229 od 219-243 cm, što po testu najmanje značajne razlike nije značajno (tabela 3). Slične srednje visine od 218-243 cm ostvario je i klon Pannonia.

Tabela 4. Rezultati testa dvofaktorijalne analize varijanse uticaja klona i gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine sadnica tipa 1/2**Table 4.** Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on survival rate and mean values of nursery plants type 1/2

Izvor varijacije Source of variation	Preživljavanje Survival rate					Srednje visine sadnica Average values of plants height				
	Suma kvadrata Sum of squares	step slob. deg. of free.	Sredina kvadrata Mean square	F-količnik F-ratio	p vrednost p value	Suma kvadrata Sum of squares	step slob. deg. of free.	Sredina kvadrata Mean square	F-količnik F-ratio	p vrednost p value
Klon Clone	0,13558	2	0,06779	5,014	0,0108	18492	2	9246	27,3	0
Gustina sadnje Planting density	0,12244	4	0,03061	2,264	0,0771	14456	4	3614	10,67	0,000004
Klon × Gustina Clone × Pl. density	0,13241	8	0,01655	1,224	0,3072	3244	8	406	1,2	0,3221
Pogreška Error	0,60842	45	0,01352			15241	45	339		
Ukupno Total	0,99885	59				51433	59			

Tabela 5. Rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine sadnica, tipa 1/2 istraživanih klonova topola**Table 5.** Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on survival rate and mean values of nursery plants type 1/2 of examined poplar clones

Gustina sadnje Planting density	Preživljavanje [%] Survival rate [%]			Srednje visine sadnica [cm] Mean heights of plants [cm]		
	PE 19/66	B-229	Pannonia	PE 19/66	B-229	Pannonia
A (0.8×0.20m)	81.9 a ¹	84.5 ab	87.1 a	282.6 b	246.8 c	318.0 b
B (0.8×0.25m)	72.0 a	86.2 a	81.3 a	312.4 ab	273.5 bc	318.1 b
C (0.8×0.30m)	68.5 a	75.3 bc	85.4 a	313.2 ab	288.8 ab	320.0 ab
D (0.8×0.40m)	83.2 a	80.1 abc	80.6 a	321.7 a	295.6 ab	319.9 ab
E (0.8×0.50m)	64.2 a	72.7 c	83.9 a	341.6 a	307.9 a	341.4 a
Prosek (Average)	74,0	79,8	83,6	314,3	282,5	323,5
F-količnik (F-ratio)	1.475	3.482	0.59	4.091	6.281	1.822
p-vrednost (p-value)	0.259	0.033	0.675	0.019	0.004	0.177

¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0.05.

Na kraju druge godine istraživanja, odnosno kod tipa sadnice 1/2, zadržao se isti uticaj faktora na preživljavanje sadnica, pri čemu se smanjio značaj uticaja klona u odnosu na prvu godinu istraživanja. Klon Pannonia je imao nešto manje preživljavanje u odnosu na prvu godinu istraživanja, ali i dalje najveće u odnosu na ostala dva klona, u proseku 83,6%, dok je klon PE 19/66 imao najmanje preživljavanje, u proseku 74,0% (tabela 4).

Srednje visine sadnica tipa 1/2 na kraju druge godine istraživanja značajno se razlikuju, kako između istraživanih klonova, tako i između primenjenih gustina sadnje (tabela 5).

Klon PE 19/66 je ostvario srednje visine od 283 cm, pri gustini sadnje 0,80×0,20 cm (tretman gustine A), do 342 cm, pri gustini sadnje 0,80×0,50 cm (tretman gustine E). Rezultati primenjenog testa jednofaktorijalne analize varijanse pokazali su značajnost razlika u srednjim visinama između primenjenih gustina sadnje. Test najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% potvrdio je značajnost razlika između tretmana najvećih (A) i tretmana najmanjih gustina sadnje (D i E).

Klon B-229 je ostvario nešto niže srednje visine sadnica tipa 1/2 u odnosu na klon PE 19/66, u proseku 282 cm. Značajnost razlika između primenjenih gustina sadnje potvrđena je F testom analize varijanse. Klon B-229 je ostvario najveće srednje visine pri tretmanu gustine E (0,80×0,50 cm) od 308 cm, što je značajno više od tretmana najvećih gustina sadnje (A i B).

Klon Pannonia je ostvario najveće srednje visine sadnica tipa 1/2, u proseku 323 cm. Značajnost razlika u srednjim visinama nije potvrđena F-testom, dok je test najmanje značajne razlike potvrdio značajnost razlika između tretmana gustine E (0,80×0,50 cm) od 341 cm i tretmana gustine A (0,80×0,20 cm) i gustine B (0,80×0,25 cm) od 318 cm.

4.2. Visinska struktura sadnica

Visinska struktura sadnica tipa 1/2 pokazuje različitu varijabilnost između klonova (tabela 6).

Tabela 6. Numerički pokazatelji visinske strukture sadnica tipa 1/2 istraživanih klonova topola u zavisnosti od gustine sadnje

Table 6. Numerical indicators of nursery plants type 1/2 height structures of examined clones depending on planting density

Numerički pokazatelj <i>Numerical indicator</i>	klon (<i>clone</i>): PE 19/66					klon (<i>clone</i>): B-229					klon (<i>clone</i>): Pannonia				
	Tretman gustine sadnje (<i>Planting density treatment</i>):														
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
n^1 [kom]	97	86	82	94	77	101	103	90	96	87	104	97	102	96	100
\bar{h} [cm]	281.5	311.7	313.6	318.4	342.0	246.9	273.0	289.6	295.3	306.2	318.4	318.4	319.1	319.1	341.5
s_d [cm]	75.50	83.57	82.74	72.50	58.37	66.14	81.50	73.65	66.85	68.61	73.60	63.49	66.52	58.45	64.08
c_v [%]	26.8	26.8	26.4	22.8	17.1	26.8	29.8	25.4	22.6	22.4	23.1	19.9	20.8	18.3	18.8
h_{min} [cm]	52	42	105	101	95	30	65	45	87	93	55	120	144	105	90
h_{max} [cm]	401	450	425	430	436	358	415	390	407	419	450	427	425	470	445
α_3	-0.796	-1.022	-0.820	-0.567	-0.322	-1.002	-0.973	-1.279	-0.855	-0.718	-0.917	-1.001	-0.881	-0.900	-1.161
α_4	3.56	3.88	2.68	2.67	6.39	3.85	3.19	4.41	3.75	3.24	3.72	3.60	2.98	4.94	4.84

¹ n – broj premerenih sadnica; \bar{h} – srednja visina sadnica; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; h_{min} – minimum; h_{max} – maksimum; α_3 – koeficijent asimetrije; α_4 – koeficijent spljoštenosti.

¹ n – number of measured plants; \bar{h} – average height value; s_d – standard deviation; c_v – coefficient of variation; h_{min} – minimum; h_{max} – maximum; α_3 – coefficient of skewness; α_4 – coefficient of kurtosis.

Takođe su utvrđene razlike u varijabilnosti između gustina sadnje. Najizraženiju varijabilnost visina sadnica pokazao je klon B-229, od 22,4-29,8%, dok je najmanje izraženu varijabilnost pokazao klon Pannonia, od 18,3-23,1%. Kod sva tri istraživana klona uočava se smanjenje varijabilnosti sa smanjenjem gustine sadnje.

Grafikon 1. Sumarne krive visinske strukture sadnica tipa 1/2 istraživanih klonova topola u zavisnosti od gustine sadnje (A-E)

Figure 1. Cumulative curves of nursery plants type 1/2 height structure of examined clones depending on planting density (A-E)

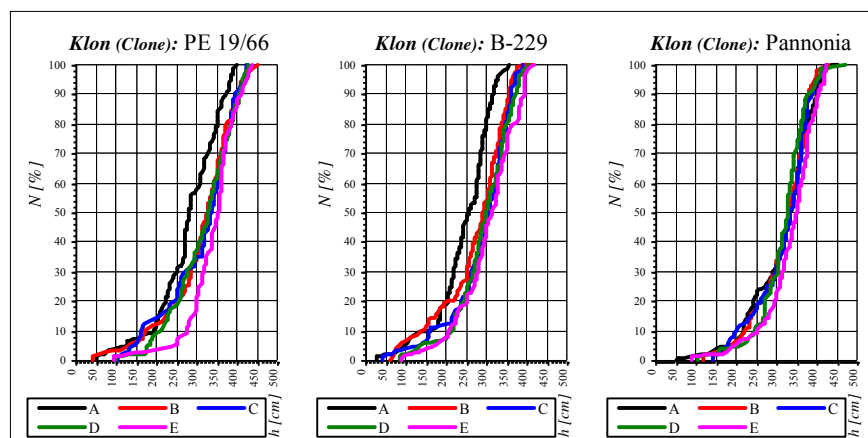


Tabela 7. Izračunate vrednosti |D| statistike i p vrednosti po neparametarskom testu Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske strukture sadnica tipa 1/2 klona PE 19/66 u zavisnosti od gustine sadnje

Table 7. Calculated values of |D| statistics and p values by non-parametrics Kolmogorov-Smirnov test of clone PE 19/66 nursery plants type 1/2 height structure comparison depending on planting density

		D statistika (D statistics)				
		A (0,8x0,20m)	B (0,8x0,25m)	C (0,8x0,30m)	D (0,8x0,40m)	E (0,8x0,50m)
p vrednost (p value)	A (0,80x0,20m)	-	0.24275	0.2874	0.24391	0.42415
	B (0,80x0,25m)	0,00929	-	0.07544	0.07175	0.18288
	C (0,80x0,30m)	0,0013	0,97068	-	0.10067	0.21476
	D (0,80x0,40m)	0,00683	0,97491	0,76644	-	0.20821
	E (0,80x0,50m)	0,39·10 ⁻⁶	0,13206	0,05131	0,05096	-

Tabela 8. Izračunate vrednosti $|D|$ statistike i p vrednosti po neparametarskom testu Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske strukture sadnica tipa 1/2 klon B-229 u zavisnosti od gustine sadnje

Table 8. Calculated values of $|D|$ statistics and p values by non-parametrics Kolmogorov-Smirnov test of clone B-229 nursery plants type 1/2 height structure comparison depending on planting density

		D statistika ($ D $ statistics)					
		Gustina sadnje (Planting density)	A (0,8×0,20m)	B (0,8×0,25m)	C (0,8×0,30m)	D (0,8×0,40m)	E (0,8×0,50m)
p vrednost (p value)	A (0,80×0,20m)	-	0,2779	0,35413	0,33746	0,41345	
	B (0,80×0,25m)	0,00076	-	0,11575	0,13167	0,18569	
	C (0,80×0,30m)	0,13·10 ⁻⁴	0,54057	-	0,07847	0,17356	
	D (0,80×0,40m)	0,27·10 ⁻⁴	0,35502	0,93723	-	0,11207	
	E (0,80×0,50m)	0,23·10 ⁻⁶	0,07734	0,13912	0,61522	-	

Oblik visinske strukture sadnica tipa 1/2, definisan koeficijentima asimetrije (α_3) i spljoštenosti (α_4), pokazuje srednje izraženu do izraženu levu asimetriju, dok nema jasne razlike u spljoštenosti visinske strukture kod svih istraživanih klonova i tretmana gustine sadnje.

Sumarne krive visinske strukture tipa sadnog materijala 1/2 pokazuju jasno zaostajanje krive tretmana sa najvećom gustom u odnosu na ostale tretmane kod klonova PE 19/66 i B-229 (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.) (grafikon 1). Testom Kolmogorov-Smirnova potvrđeno je značajno zaostajanje visinskih krivih tretmana gustine A u odnosu na ostale tretmane gustine sadnje na nivou rizika od 1% (tabele 7 i 8). Kod klon Pannonia utvrđena je bliskost visinskih struktura svih istraživanih gustina sadnje, što je i potvrđeno testom Kolmogorov-Smirnova (tabela 9).

Tabela 9. Izračunate vrednosti $|D|$ statistike i p vrednosti po neparametarskom testu Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske strukture sadnica tipa 1/2 klon Pannonia u zavisnosti od gustine sadnje

Table 9. Calculated values of $|D|$ statistics and p values by non-parametrics Kolmogorov-Smirnov test of clone Pannonia nursery plants type 1/2 height structure comparison depending on planting density

		D statistika ($ D $ statistics)					
		Gustina sadnje (Planting density)	A (0,8×0,20m)	B (0,8×0,25m)	C (0,8×0,30m)	D (0,8×0,40m)	E (0,8×0,50m)
p vrednost (p value)	A (0,80×0,20m)	-	0,10091	0,08409	0,14022	0,17	
	B (0,80×0,25m)	0,6863	-	0,05579	0,11072	0,19629	
	C (0,80×0,30m)	0,85973	0,9978	-	0,15748	0,18471	
	D (0,80×0,40m)	0,28006	0,5952	0,17199	-	0,25833	
	E (0,80×0,50m)	0,10501	0,045	0,06378	0,0029	-	

4.3. Količina upotrebljivih sadnica po hektaru

Faktori klon i gustina sadnje pokazali su se značajni kod ocene procenta učešća upotrebljivih sadnica tipa 1/2 u ukupnom broju sadnica, pri čemu se kao kriterijum upotrebljivosti uzima minimalna visina od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m. Sa povećanjem minimalne visine, kao kriterijuma upotrebljivosti, raste učešće očekivanih varijansi faktora klon, dok je kod faktora gustina sadnje učešće očekivane varijanse najveće kod minimalne visine od 2,5 m (tabela 10).

Tabela 10. Rezultati testa dvofaktorijalne analize varijanse uticaja klona i gustine sadnje na procenat učešća sadnica tipa 1/2 minimalne visine od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m u ukupnom broju sadnica

Table 10. Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on percentage of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m in total amount of plants

Izvor varijacije (Source of variation)	F test				Očekiv. var. (Expect. varianc.)	Doprinos očekivanih varijansi [%] (Contribution of expected variances)			
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m		>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m
Klon (Clone)	7.03**	9.78***	21.29***	23.07***	$\sigma^2_{\alpha} =$	20.5	19.2	36.4	41.9
Gustina sadnje (Planting density)	3.0*	11.02***	9.25***	6.14***	$\sigma^2_{\beta} =$	11.4	36.5	24.6	16.3
Klon × Gustina sadnje (Clone × Planting density)	0.74 ^{ns}	1.06 ^{ns}	1.36 ^{ns}	1.40 ^{ns}	$\sigma^2_{\alpha\beta} =$	0.0	0.7	3.2	3.8

Tabela 11. Rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na procenat učešća sadnica tipa 1/2 minimalne visine 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m u ukupnom broju sadnica istraživanih klonova topola

Table 11. Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on percentage of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m in total amount of plants of examined poplar clones

G. sadnje (Planting density)	Klon (Clone): PE 19/66				Klon (Clone): B-229				Klon (Clone): Pannonia															
	Minimalna visina sadnice (h_{min}) – Minimum height of plants (h_{min})																							
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m												
	[%]	NZR 0,05	[%]	NZR 0,05	[%]	NZR 0,05	[%]	NZR 0,05	[%]	NZR 0,05	[%]	NZR 0,05												
A	90.8	ab ¹	71.7	b	43.7	c	20.8	b	95.5	a	53.5	b	21.0	b	0.5	b	97.5	a	79.1	b	68.6	a	41.9	ab
B	91.1	ab	80.6	b	67.7	ab	38.5	ab	80.8	b	74.1	a	46.8	a	14.5	a	96.2	a	83.7	ab	70.0	a	40.0	ab
C	87.4	b	80.9	b	66.0	b	42.3	ab	89.3	ab	79.1	a	55.2	a	19.9	a	93.9	a	84.2	ab	70.3	a	43.5	ab
D	91.7	ab	84.1	b	67.1	b	41.1	ab	92.8	a	78.9	a	52.8	a	15.6	a	98.0	a	90.4	ab	71.7	a	28.4	b
E	98.7	a	98.1	a	82.1	a	52.8	a	95.5	a	82.7	a	60.8	a	30.2	a	98.0	a	94.4	a	79.3	a	53.2	a
F-test	1.98 ^{ns}		6.28**		6.73**		2.07 ^{ns}		4.05*		4.63*		4.11*		4.19*		0.29 ^{ns}		2.22 ^{ns}		0.80 ^{ns}		2.07 ^{ns}	

¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.

¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Kod sva tri istraživana klona procenat učešća upotrebljivih sadnica se povećava sa smanjenjem gustine sadnje. Međutim, rezultati testa jednofaktorijske analize varijanse pokazali su da primenjene gustine sadnje imaju različiti uticaj na učešće upotrebljivih sadnica u zavisnosti od klona i minimalne visine, kao kriterijuma upotrebljivosti sadnice (tabela 11). Tako je kod klona B-229 značajnost razlika utvrđena kod svih razmatranih minimalnih visina sadnica, dok kod klona Pannonia značajnost razlika nije utvrđena kod nijedne minimalne visine. Kod klona PE 19/66 značajnost uticaja gustine sadnje na procenat učešća upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica utvrđena je samo kod minimalne visine od 2,5 i 3,0 m.

Tabela 12. Rezultati testa dvofaktorijske analize varijanse uticaja klona i gustine sadnje na broj sadnica po hektaru tipa 1/2 minimalne visine od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m

Tabela 12. Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on amount of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m

Izvor varijacije (Source of variation)	F test				Očekiv. var. (Expect. variance.)	Doprinos očekivanih varijansi [%] (Contribution of expected variances)			
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m		>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m
Klon (Clone)	9.18***	10.98***	22.55***	23.40***	$\sigma^2_\alpha =$	4.5	9.7	30.8	40.8
Gustina sadnje (Planting density)	94.09***	42.03***	11.89***	2.88*	$\sigma^2_\beta =$	84.6	66.7	26.0	5.7
Klon × Gustina sadnje (Clone × Planting density)	0.75 ^{ns}	1.83 ^{ns}	3.04**	2.86*	$\sigma^2_{\alpha\beta} =$	0.0	4.0	14.6	17.0

Tabela 13. Rezultati testa jednofaktorijske analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na broj sadnica po hektaru tipa 1/2 minimalne visine 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m istraživanih klonova topola

Tabela 13. Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on amount of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m of examined poplar clones

G. sadnje (P. density)	Klon (Clone): PE 19/66				Klon (Clone): B-229				Klon (Clone): Pannonia			
	Minimalna visina sadnice (h_{min}) – Minimum height of plants (h_{min})											
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m
sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05	sadn. / ha ¹ 0,05
A	45790 ^a	36328 ^a	22526 ^a	11892 ^a	43229 ^a	28125 ^{ab}	11979 ^b	1042 ^b	51563 ^a	42708 ^a	36979 ^a	22917 ^a
B	31667 ^b	28750 ^b	24167 ^a	13750 ^a	34583 ^b	31667 ^a	20000 ^a	6667 ^a	38333 ^b	33750 ^b	28333 ^b	16250 ^b
C	24653 ^{bc}	22917 ^{bc}	18750 ^{ab}	12153 ^a	27778 ^c	24653 ^{bc}	17361 ^{ab}	6250 ^a	32292 ^c	29514 ^b	24653 ^{bc}	15278 ^b
D	22396 ^{cd}	20052 ^{cd}	15625 ^b	9635 ^a	23177 ^d	19531 ^{cd}	13021 ^{ab}	5208 ^{ab}	23958 ^d	22396 ^c	17969 ^{cd}	7292 ^c
E	15625 ^d	15417 ^d	13125 ^b	8542 ^a	16875 ^e	14792 ^d	10833 ^b	5417 ^{ab}	20000 ^d	19167 ^c	16458 ^d	11042 ^{bc}
F-test	17.85***	11.37***	4.57*	0.52 ^{ns}	49.82***	12.87***	2.20 ^{ns}	1.79 ^{ns}	55.01***	23.41***	11.31***	8.43***

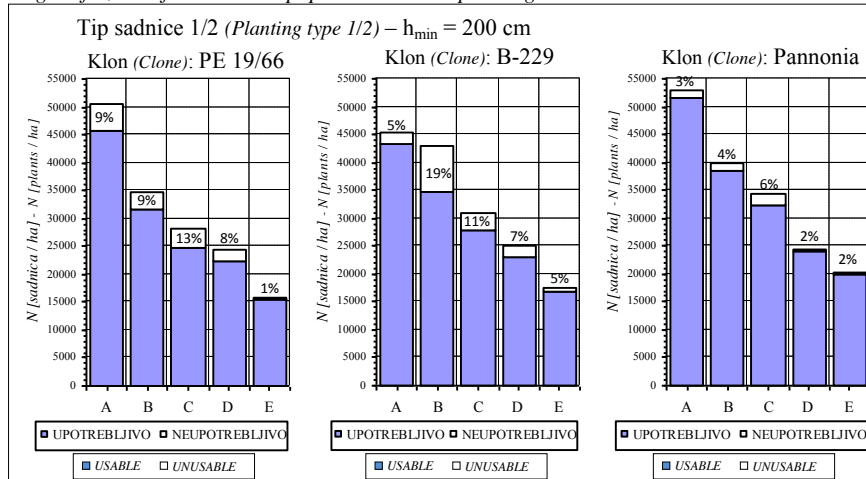
¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.

¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Rezultati testa dvofaktorijske analize varijanse uticaja klona i gustine sadnje na broj upotrebljivih sadnica po hektaru pri različitim kriterijumima minimalne visine sadnice ukazuju na značajan uticaj oba istraživana faktora (tabela 12). Pri minimalnoj visini sadnice od 2,0 m učešće očekivanih varijansi u ukupnom variranju gustine sadnje iznosi 84,6%, a klona svega 4,5%, dok kod minimalne visine sadnice od 3,5 m učešće očekivanih varijansi klona iznosi preko 40%, a gustine sadnje manje od 6%.

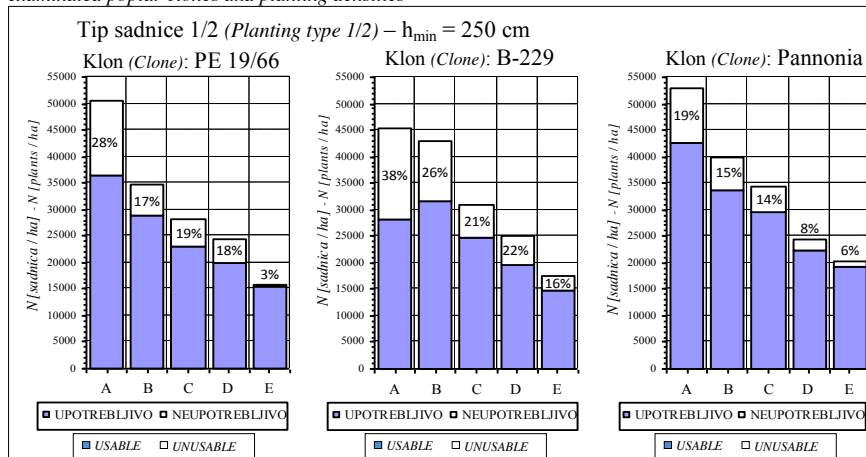
Grafikon 2. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 2,0 m za istraživane klonove i gustine sadnje

Figure 2. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 2,0 m of examined poplar clones and planting densities



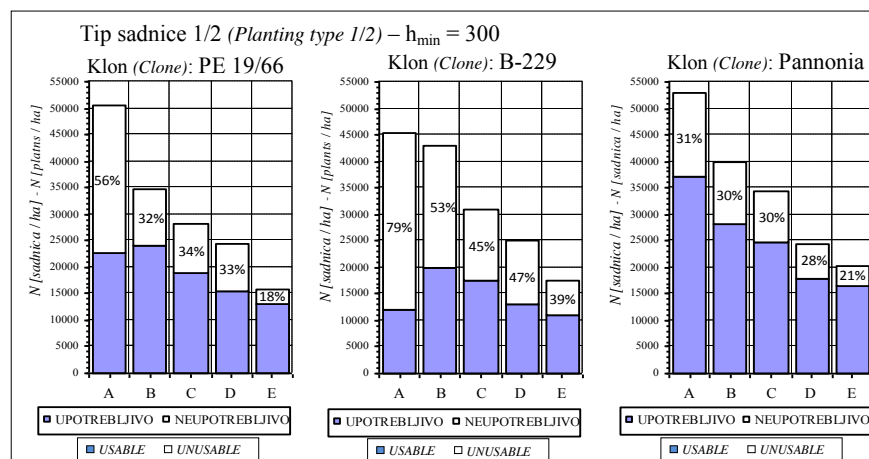
Grafikon 3. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 2,5 m za istraživane klonove i gustine sadnje

Figure 3. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 2,5 m of examined poplar clones and planting densities



Rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse uticaja gustine sadnje na broj upotrebljivih sadnica po hektaru pokazuju smanjenje F-količnika sa povećanjem minimalne visine sadnice kod sva tri istraživana klonova (tabela 13). Međutim, značajnost F-testa analize varijanse se razlikuje između klonova u zavisnosti od minimalne visine sadnice. Tako se kod klonova Pannonia značajnost uticaja gustine sadnje zadržava kod sva 4 kriterijuma minimalne visine, dok se kod klonova B-229 značajnost zadržava samo kod minimalne visine sadnice od 2,0 i 2,5 m.

Grafikon 4. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 3,0 m za istraživane klonove i gustine sadnje
Figure 4. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 3,0 m of examined poplar clones and planting densities



Na grafikonima od 2 do 5 prikazana je količina proizvedenih sadnica po kategorijama upotrebljivo i neupotrebljivo i kriterijumima minimalne visine sadnice od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m.

Kod kriterijuma minimalne visine sadnice od 2,0 m istraživani klonovi topola mogu da proizvedu od 15.000 do preko 50.000 sadnica po hektaru u zavisnosti od gustine sadnje pri čemu je učešće neupotrebljivih sadnica minimalno.

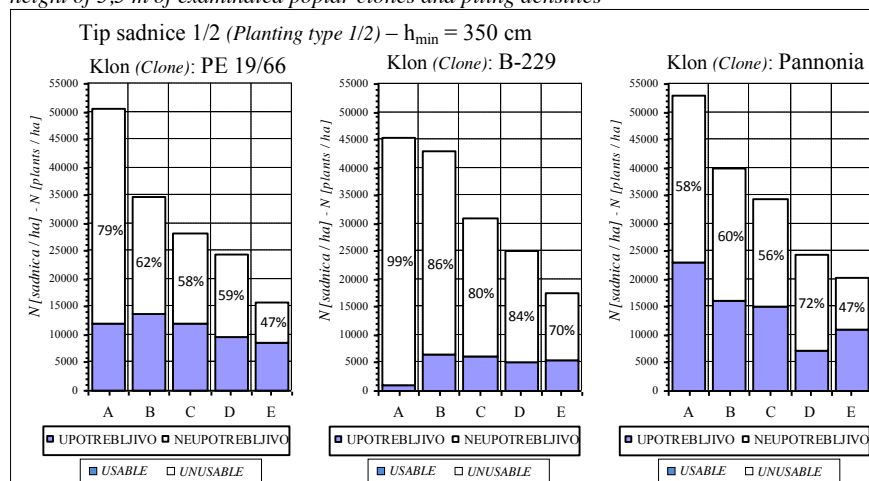
Pri povećanju minimalne visine sadnice na 2,5 m, kao kriterijuma za sadni materijal, povećava se učešće neopotrebljivih sadnica. Povećanje neupotrebljivih sadnica je najmanje kod najređe gustine (tretman E) i kreće se od 3% kod klonova PE 19/66 do 16% kod klonova B-229. Međutim, kod najgušćeg primenjenog razmaka sadnje (tretman A), učešće neupotrebljivih sadnica se povećava na 19%, kod klonova Pannonia, i na 38%, kod klonova B-229.

Kod kriterijuma minimalne visine sadnica od 3,0 m u značajnoj meri se povećava učešće neupotrebljivih sadnica, naročito kod klonova B-229, gde pri tretmanu gustine A (0,80×0,20m) učešće neupotrebljivih sadnica iznosi 79%. Kod klonova PE 19/66 učešće neupotrebljivih sadnica iznosi 56% pri tretmanu gustine A (0,80×0,20m), dok kod redih gustina ne prelazi 1/3 ukupno proizvedenih sadnica.

Klon Pannonia ima najbolju strukturu sadnica pri ovom kriterijumu upotrebljivosti: najviše neupotrebljivih sadnica ima tretman gustine A (0,80×0,20m) od 31%.

Grafikon 5. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 3,5 m za istraživane klonove i gustine sadnje

Figure 5. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 3,5 m of examined poplar clones and planting densities



Kriterijum minimalne visine sadnica od 3,5 m predstavlja najnepogodniji kriterijum gde je i pri najredim gustinama učešće upotrebljivih sadnica do 50% ukupno proizvedenih sadnica.

5. DISKUSIJA

Dosadašnja istraživanja su pokazala da se klonovi topola razlikuju u sposobnosti ožiljavanja reznica i uspešnog preživljavanja sadnica u uslovima rasadničke proizvodnje. Naša istraživanja na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme su potvrdila dosadašnje rezultate da klon euroameričke topole Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) ima veći procenat preživljavanja u odnosu na klonove američke crne topole (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.): PE 19/66 i B-229.

Klonovi se, takođe, razlikuju u ostvarenim elementima rasta. Utvrđene značajne razlike u srednjim visinama sadnica istraživanih klonova potvrđene su i u ranijim istraživanjima (Andrašev i sar., 2002, 2007; Kovačević i sar., 2006).

Gustina sadnje reznica je jedan od osnovnih faktora u biljnoj proizvodnji koji u značajnoj meri uslovljava elemente proizvodnje. Manji prostor za rast, odnosno veća gustina sadnje negativno utiče na elemente rasta sadnica i može da uslovi odumiranje biljaka, odnosno smanjenje preživljavanja ako se prostor za rast smanji ispod određene granice. Istraživani klonovi u primenjenim gustinama sadnje

nisu imali značajne razlike u procentu preživljavanja što ukazuje da su primenjene gustine sadnje bile u rasponu u kome je moguće tražiti optimalizaciju proizvodnje sa aspekta gustine sadnje. Utvrđene razlike u srednjim visinama sadnica tipa 1/2, a istovremeno nepostojanje razlika u srednjim visinama ožiljenica u prvoj godini, ukazuje da je na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme moguća optimalizacija proizvodnje sadnica tipa 1/2 kod primenjenih gustina sadnje, dok kod sadnica tipa 1/1 (ožiljenice) optimalizaciju proizvodnje treba tražiti pri drugim gustinama sadnje.

Elementi strukture su pokazali različitu reakciju istraživanih klonova na primenjene gustine sadnje, dok se razlike između klonova ne uočavaju jasno. Elementi strukture, definisani numeričkim pokazateljima strukture, sumarnom krivom i njenim poređenjem neparametarskim testom Kolmogorov-Smirnova, omogućavaju detaljnije sagledavanje uticaja istraživanih faktora (klon, gustina sadnje) i mogu da predstavljaju osnovu za definisanje optimalnih elemenata rasadničke proizvodnje topola.

Cilj svake organizovane rasadničke proizvodnje je maksimalna proizvodnja sadnica po hektaru odgovarajućih dimenzija. Pri tome polazimo od unapred traženih, zadatih dimenzija sadnica koje omogućavaju uspešno osnivanje zasada topola i stabilnost proizvodnje topolovog drveta uopšte.

Kako su staništa na kojima se osnivaju zasadi topola različitih ekoloških i proizvodnih karakteristika, to različiti uslovi zahtevaju primenu sadnog materijala različitih dimenzija. Manje sadnice podložne su većoj opasnosti od korovske vegetacije, divljači, prolećnih poplava, te manjoj sigurnosti u uspeh pošumljavanja. Minimalna visina sadnice nakon sadnje treba da bude 1,5 m, a uzimajući u obzir da se normalnom sadnjom korenov sistem spušta na dubinu od 50 cm do 70 cm, to minimalna visina sadnice koja može da se upotrebi za osnivanje zasada iznosi 2,0m. Za terene sa većim rizikom po sadni materijal minimalna visina sadnice treba da je veća, te su u radu razmatrane i minimalne visine sadnica od 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m.

Utvrđen značajan uticaj oba istraživana faktora (klon, gustina sadnje) na procenat upotrebljivih sadnica u ukupnoj količini sadnica i količinu sadnje po hektaru (tabele 10 i 12), a uzimajući u obzir kriterijume minimalne visine sadnice od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m, ukazuje da je moguće i potrebno tražiti najpogodniju gustinu sadnje za svaki istraživani klon.

Pri izboru gustine sadnje neophodni polazni kriterijumi bi bili, kako količina sadnica po hektaru odgovarajućih dimenzija (minimalnih visina), tako i procenat učešća upotrebljivih sadnica u ukupnoj količini proizvedenih sadnica.

Kod „niskih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (2,0 m) svi istraživani klonovi postižu visok procenat upotrebljivih sadnica kod svih primenjenih gustina sadnje, te je kriterijum izbora gustine sadnje količina upotrebljivih sadnica po hektaru, što klonovi postižu pri gustoj sadnji (tretman gustine A - 0,80×0,20 m).

Kod „visokih“ kriterijuma minimalne visine sadnice (3,5 m) razlike u broju proizvedenih sadnica po hektaru između različitih gustina sadnje se smanjuju, a procenat neupotrebljivih sadnica je visok (preko 50%) i kod najređih gustina sadnje, što izbor pomera ka retkim gustinama sadnje i naglašava procenat upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica kao kriterijum izbora gustine sadnje.

Kod kriterijuma minimalne visine sadnice od 2,5 i 3,0 m, što se može označiti kao „srednji“ kriterijum ili kriterijum koji se najčešće sreće u rasadničkoj proizvodnji, izbor gustine sadnje opredeljuje, kako učešće upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica, tako i količina proizvedenih sadnica po hektaru.

Učešće očekivanih varijansi gustine sadnje kod uticaja faktora klona i gustine sadnje na procenat upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica, najveći je kod minimalne visine sadnice od 2,5 m i 3,0 m, i iznosi 36,5% i 24,6%, respektivno (tabela 10). To ukazuje da se reakcija istraživanih klonova na primenjene gustine sadnje najviše ispoljava kod procenta upotrebljivih sadnica visine 2,5 i 3,0 m u ukupnoj količini sadnica, te se može koristiti za optimalizaciju proizvodnje u zavisnosti od gustine sadnje. Vrlo visoka značajnost F-testa analize varijanse za faktor klon (tabele 10 i 12) ukazuje na razliku između klonova.

Količina sadnica po hektaru za minimalne visine sadnica od 2,5 i 3,0 m kod klona B-229 ukazuje da je najpogodnija gustina sadnje tretman gustine B (0,80×0,25 m). Kod klona Pannonia najveća količina sadnica po hektaru za minimalne visine sadnica od 2,5 i 3,0 m postiže se pri tretmanu gustine sadnje A (0,80×0,20 m). Međutim, kod klona PE 19/66 najveća količina sadnica po hektaru minimalne visine 2,5 m postiže se kod tretmana gustine A (0,80×0,20 m), a pri minimalnoj visini 3,0 m kod tretmana gustine B (0,80×0,25 m) (grafikoni 3 i 4).

Treba napomenuti da svaka neupotrebljiva sadnica pri određenom kriterijumu može da bude upotrebljiva pri nekom drugom, „blažem“ kriterijumu. Prikazani rezultati pokazuju izbor gustine sadnje tri klona crne topole na jednom zemljištu sa aspekta različitih kriterijuma minimalne visine sadnice kada se celokupna količina sadnice koja ne zadovoljava određeni minimalni kriterijum smatra neopotrebljivim. Međutim, u optimalizaciji rasadničke proizvodnje, koja treba da je usklađena sa planom pošumljavanja, poznavajući iznete principe moguće je i potrebno usvojiti više kriterijuma minimalne visine sadnice koji će biti u skladu sa zahtevima različitih staništa koja se nalaze na aluvijalnim terenima na kojima se vrši pošumljavanje.

Svaka biljna proizvodnja, pa i proizvodnja sadnog materijala topola, pored biološke i tehničke komponente, treba da uvažava i ekonomsku komponentu koja se ogleda u prihodima i troškovima proizvodnje. Prihodi su direktno proporcionalni količini proizvedenih sadnica po hektaru odgovarajućih dimenzija. Troškovi su u visokoj korelaciji sa količinom proizvedenih sadnica, dakle upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru. Izbor gustine sadnje, sagledan na ovaj način, svakako treba da se zasniva na maksimalnoj dobiti, odnosno razlici između troškova i prihoda u rasadničkoj proizvodnji topola.

6. ZAKLJUČCI

Istraživani klonovi su ostvarili zadovoljavajuće preživljavanje sadnica od 74-87% na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme. Primenjene gustine sadnje od 0,80 m između reda i od 0,20-0,50 m u redu nisu imale značajan uticaj na preživljavanje sadnica sva tri istraživana klona crne topole (PE 19/66, B-229 i Pannonia) u prvoj (ožiljenice) i drugoj godini (sadnice tipa 1/2).

Istraživani klonovi crne topole ostvarili su bliske srednje visine ožiljenica u prvoj godini (sadnice tipa 1/1) nezavisno od primenjenih gustina sadnje.

Sadnice tipa 1/2 istraživanih klonova imale su značajno različite srednje visine. Primenjene gustine sadnje ostvarile su značajan uticaj na srednje visine sadnica tipa 1/2 kod klonova PE 19/66 i B-229. Kod klona Pannonia postoje

značajne razlike samo između najmanjih (0,80×0,50 m) i najvećih primenjenih gustina sadnje (0,80×0,20 m i 0,80×0,25 m).

Sadnice tipa 1/2 imaju levu asimetriju visinske strukture, nešto manje izraženu varijabilnost kod klona Pannonia, kao i trend smanjenja varijabiliteta sa smanjenjem gustine sadnje. Neparametarski test Kolmogorov-Smirnova pokazao je značajne razlike između visinskih struktura najveće gustine, sa jedne strane, i ostalih gustina sadnje, sa druge, kod klonova PE 19/66 i B-229, dok kod klona Pannonia nisu utvrđene jasne razlike između primenjenih gustina sadnje.

Primenjeni različiti kriterijumi minimalne visine sadnica od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m pokazali su da je kod „niskih“ kriterijuma (2,0 m) procenat neupotrebljivih sadnica minimalan kod svih gustina sadnje i sva tri klona topole, te izbor gustine sadnje treba da se zasniva na količini proizvedenih sadnica po hektaru. Kod „visokih“ kriterijuma (3,5 m) razlike u broju proizvedenih sadnica po hektaru između različitih gustina sadnje se smanjuju, a procenat neupotrebljivih sadnica je visok i kod najredih gustina sadnje, što izbor pomera ka retkim gustinama sadnje.

Kod „srednjih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (2,0 i 2,5 m), koji se najčešće sreću u rasadničkoj proizvodnji, uzimajući u obzir količinu sadnica po hektaru i procenat upotrebljivih sadnica kod svakog istraživanog klona, može da se izabere optimalne gustina koja se nalazi u okviru primenjenih gustina sadnje.

7. LITERATURA

- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P. (2002): Uticaj razmaka sadnje reznica na proizvodnju sadnica tipa 1/1 selekcionisanih klonova crnih topola sekcije *Aigeiros* (Duby), Topola 167/168: 17-40.
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P. (2003): Proizvodnja repromaterijala selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby) u zavisnosti od klona i razmaka sadnje u ožilištu. Topola 171/172: 3-24.
- Andrašev, S., Kovačević, B., Rončević, S., Ivanišević, P., Đanić, I., Tadin, Z. (2006): Effect of the terms of production and planting on the survival of euramerican Poplar cuttings. International Scientific Conferene Sustainable Use of Forest Ecosystems - The Challenge of 21st Century, 8-10th November 2006, Donji Milanovac, Serbia. Proceedeengs, 182-187.
- Andrašev, S., Kovačević, B., Rončević, S., Pekeč, S., Tadin, Z. (2007): Proizvodnja sadnica euroameričkih topola (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) tipa 1/1 zavisno od rokova izrade i sadnje reznica. Topola 179/180: 45-62.
- Bura, D., (1968): Plantažna proizvodnja topola i vrba u Jugoslaviji. Jugoslovenski poljoprivredno šumarski centar, Služba šumske proizvodnje. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu, br. 60. p. 124. Beograd.
- Hadživuković, S., (1973): Statistički metodi sa primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Radnički univerzitet "Radivoj Čirpanov". Novi Sad. p. 480.
- Herpka, I., Marković, J., (1974): Zavisnost proizvodnje dvogodišnjih sadnica topole od uzrasta ožiljenica. Topola, 102: 3-12, Beograd.

- Herpka, I., (1979): Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritkim šumama Podunavlja. Radovi Instituta za topolarstvo. Knjiga 7. Novi Sad. (1-229).
- Ivanišević, P. (1991): Efekti đubrenja u proizvodnji sadnica topola na aluvijalnim zemljištima Srednjeg Podunavlja. Magistarski rad u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. p 196.
- Ivanišević, P. (1993): Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. I-69/55 (Lux). Doktorska disertacija u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. p 206.
- Kovačević, B., Rončević, S., Andrašev, S., Pekeč, S. (2006): Effects of date of preparation, date of planting and storage type on cutting rooting in euramerican poplar. International Scientific Conferene Sustainable Use of Forest Ecosystems - The Chalenge of 21 st Century, 8-10th November 2006, Donji Milanovac; Procedeings: 42-46.
- Marković, J., (1974): Značaj klasa (uzrasta) sadnica 2/3 u proizvodnji drvne mase klona 'I-214'. Topola, 100-101: 87-95, Beograd.
- Marković, J., Rončević, S., (1986): Rasadnička proizvodnja. 'Topole i vrbe u Jugoslaviji', monografija. Institut za topolarstvo, Novi Sad. (133-152).
- Marković, J., (1991): Uticaj gustine sadnica u rasadniku na kvalitet sadnog materijala i na produktivnost zasada topola. Zbornik radova Instituta za topolarstvo, knjiga 24: 21-38, Novi Sad.
- Marković, J., Rončević, S., (1995): Proizvodnja sadnica. Seminar "Proizvodnja sadnog materijala vegetativnim putam u JP Srbijašume". Novi Sad.
- Marković, J., Rončević, S., Pudar, Z., (1997): Izbor razmaka sadnje pri osnivanju zasada topola. Topola, 159-160: 7-26.
- Rončević, S., Andrašev, S., Ivanišević, P. (2002): Proizvodnja reproduktivnog i sadnog materijala topola i vrba. Topola, 169/170: 3-22.
- Stamenković, V., Vučković, M. (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. p. 368.
- StatSoft Inc. (2006): STATISTICA (data analysis software system), version 7.1.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine; Posebna izdanja, knjiga LXXVIII; Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13: 1-72, Sarajevo.
- Živanov, N. (1974): Prilog izučavanju hloroze u rasadnicima topole klona I-214. Agrohemija 3/4: 101-108.
- Živanov, N., (1982): Varijabilnost svojstava aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za proizvodnost topola. Topola, 133-134: 41-47.
- Živanov, N., Ivanišević, P., Herpka, I., Marković, J., (1985): Uticaj đubrenja i navodnjavanja na razvoj topola u rasadnicima i zasadima. Zbornik radova Instituta za topolarstvo, knjiga 16: 119-162, Novi Sad.
- Žufa, L., (1961): Rasadnici topola. Jugoslovenski savetodavni centar za poljoprivredu i šumarstvo; Šumarstvo 4, p.101. Beograd.

Summary

EFFECTS OF DIMENSIONS OF NURSERY PLANTS TYPE 1/2 ON CHOICE OF OPTIMAL PLANTING DENSITY IN THREE CLONES OF BLACK POPLAR SECTION AIGEIROS (DUBY)

by

Andrašev Siniša, Rončević Savo, Ivanišević Petar

Results of planting density effects on production of nursery plants type 1/2 of three black poplar clones section Aigeiros (Duby) grown on sandy fluvisol are shown in this paper. The clone PE 19/66, B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.), and clone Pannonia (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier) were studied, while applied planting densities for production of nursery plants type 1/2 ranged from dense to scarce: 0,80×0,20 m, 0,80×0,25 m, 0,80×0,30 m, 0,80×0,40 m, 0,80×0,50 m. Trial was set according to a random distribution with four replicates.

The studied clones achieved satisfactory survival rate on sandy form of fluvisol ranging from 74 to 87%. Applied planting density of 0.80 m between rows, and 0,20-0,50m within the row had no significant influence on survival rate of nursery plants of all three black poplar clones (PE 19/66, B-229 and Pannonia) after one (rooted cuttings) and two years (nursery plants type 1/2).

Studied black poplar clones had similar average height of rooted cuttings (nursery plants type 1/1) regardless of applied planting density.

Nursery plants type 1/2 of studied clones had significantly different average height. Applied planting densities had significant influence on average heights of nursery plants type 1/2 in clones PE 19/66 and B-229. However, there were significant differences only between the lowest (0,80×0,50 m), and the highest (0,80×0,20 m and 0,80×0,25 m) planting densities applied in clone Pannonia.

Nursery plants type 1/2 exhibited left asymmetry of height structure, somewhat lesser pronounced variability in clone Pannonia, as well as declining trend in variability in relation to decreased planting density. Non-parametric Kolmogorov-Smirnov test showed significant differences between height structures of the highest densities on one, and other planting densities on the other hand in clones PE 19/66 and B-229, while there were no clear differences between applied planting densities found in clone Pannonia.

Applied different criteria relating to minimal nursery plant height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m showed that in so called "low" criterion (2,0m) the percentage of unusable nursery plants was minimum for all planting densities and in all three poplar clones, and thus the planting density should be based on the quantity of produced nursery plants per hectare. In so called "high" criterion (3,5m) differences in number of produced nursery plants per hectare between different planting densities were diminishing, and the percentage of unusable nursery plants remained high even at the lowest planting densities, shifting the choice from high towards lower planting densities.

In so called „mean“ criterion relating to minimum nursery plant height (2,0 and 2,5 m), which is the most often encountered in nursery production, the optimal density (which is found within applied planting densities) can be chosen taking the quantity of nursery plants per hectare into account.