

UDK: 582.681.21(497.113 Donji Srem)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**KARAKTERISTIKE PROREDE U ZASADU TOPOLE KLONA B-229
(*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) U DONJEM SREMU**

Andrašev Siniša¹, Bobinac Martin², Rončević Savo¹,
Stajić Branko², Janjatović Gojko³

Izvod: U zasadu topole klona B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.), na zemljištu tipu fluvisol, varijetet dvoslojno sa fosilnim zemljištem na lesionaluvijumu reke Save, koji je osnovan pri razmaku sadnje 5×5 m, odnosno 400 stabala·ha⁻¹, nakon 8 godina od osnivanja primenjena je proreda selektivnog karaktera. U okviru kvadratnog rasporeda stabala izdvojena su fenotipski bolje formirana stabla u broju koji definiše prosečni razmak stabala od 7×7 m, odnosno 204 stabla·ha⁻¹, i uklonjeni su im najznačajniji konkurenti. Takođe su uklonjena i neperspektivna stabla.

Proredom, koja je imala karakter niske prorede, uklonjeno je 169 stabala po hektaru (45,3%), temeljnica je smanjena za 6,56 m²·ha⁻¹ (37,2%), a zapremina za 57,27 m³·ha⁻¹ (36,3%). Značajno razdvajanje kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala po elementima rasta stabala i zasada, kao i visinske i debljinske strukture ukazuje da se proreda značajno razlikovala od tipične šematske prorede.

Vrednost potencijalne strukture sortimenata prorednog etata od 18,52 m³·ha⁻¹ trupca za rezanje II klase i 26,53 m³·ha⁻¹ celuloznog drveta omogućava pozitivan bilans u poređenju sa direktnim troškovima seče i privlačenja prorednog etata i većih troškova pošumljavanja pri većoj gustini (5×5 m) u poređenju sa razmakom 7×7 m, što ukazuje na opravdanost prorede sa ekonomskog aspekta.

Ključne reči: topola klon B-229, elementi rasta, struktura zasada, proreda, sotimentna struktura, Donji Srem.

**PROPERTIES OF THINNING APPLIED TO A STAND OF POPLAR CLONE B-229
(*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) ESTABLISHED IN LOWER SREM**

Abstract: A selective thinning was applied eight years after development of a poplar clone B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) stand established on fluvisol, var. double-layer with fossil soil on loess-alluvium of the Sava river, with the planting distance of 5×5 m, i.e. 400 trees·ha⁻¹. Within the square distribution of trees the phenotypically distinct trees were

¹ Dr Siniša Andrašev, naučni saradnik, dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad;

² Dr Martin Bobinac, vanredni profesor, dr Branko Stajić, docent, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Kneza Višeslava 1, 11000 Beograd;

³ Gojko Janjatović, dipl. inž. šumarstva, JP "Vojvodinašume", ŠG Sremska Mitrovica, ŠU Kupinovo.

separated into a number defining an average distance between the trees of 7×7 m, i.e. 204 trees·ha⁻¹, and their most significant competitors were removed. Non-perspective trees were also removed.

By application of low thinning technique some 169 trees per hectare were removed (45,3%), basal area was reduced by $6,56 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (37,2%), and the volume by $57,27 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (36,3%). Significant separation of the group of assigned trees, and the group of the remaining trees according to the elements of tree and stand growth, as well as the height and diameter structures revealed that the thinning significantly differed from the schematic diagram of typical thinning.

The value of the potential assortment structure of allowable cut in the thinning of 18,52 m³·ha⁻¹ logs intended for cutting, class II, and 26,53 m³·ha⁻¹ of cellulose wood provided positive balance in comparison to the direct felling costs, and transport of the allowable cut in the thinning, and higher dense (5×5 m) afforestation costs compared to the planting distance of 7×7 m, indicating that the thinning was justified from the economic aspects.

Key words: poplar clone B-229, elements of growth, stand structure, thinning, assortment structure, Lower Srem.

1. UVOD

Topole su brzorastuće vrste drveća koje se na našem prostoru odlikuju najvećom proizvodnošću. Kao svetloljubive vrste drveća reaguju na gustinu zasada, odnosno prostor za rast stabala, što omogućava osnivanje zasada sa različitom gustom. Gustina zasada je osnovni elemenat koji uslovljava namenu proizvodnje i ciljani sortiment (sitno drvo, celulozno drvo, drvo za rezanje, ljuštenje i za furnir), a time i količinu i kvalitet drvne zapremine, kao i dužinu ophodnje.

Istraživanja produkcije zasada crnih topola, u zavisnosti od gustine zasada i sistema razmaka sadnje u posljednjih 50 godina omogućila su da se zasadi grupišu u tri grupe (Marković et al., 1997b): **I** – zasadi za namensku proizvodnju drveta za industriju celuloze i papira (gustine od 1.000-10.000 stabala po hektaru); **II** – zasadi za kombinovanu proizvodnju celuloznog drveta i trupaca (gustine od 400-1.000 stabala po hektaru); **III** – zasadi namenjeni za proizvodnju trupaca (gustine od 150-400 stabala po hektaru).

Pri svim navedenim gustinama zasada moguće je izvoditi prorede kojima se preostalim stablima povećava prostor za rast i time menja namena zasada i ciljani sortiment koji je određen početnom gustom zasada. Prema dosadašnjim istraživanjima prorede je racionalno sprovesti u zasadima sa tzv. "kombinovanom" namenom za proizvodnju celuloznog drveta i trupaca, koji se osnivaju sa 400-1.100 stabala po hektaru (Pudar, 1986; Marković et al., 1994, 1997b). Prorede se sprovode sa ciljem dobijanja prethodnog prinosa u vidu celuloznog drveta, a očekuje se da preostala stabla u dužim ophodnjama postignu kvalitetnije sortimente. S obzirom da se zasadi osnivaju u pravilnom geometrijskom rasporedu proreda ima šematski karakter i najčešće je intenziteta 50%, gde se uklanja svaki drugi red. U tom smislu proreda se uglavnom posmatra kao ekonomska kategorija.

Kako je klon topole I-214 (*P. × euramericana* Dode Guinier) najšire gajen klon i kod nas i u Evropi, to je uslovalo da su se ranija istraživanja proreda u zasadima topola pretežno odnosila na taj klon (Pudar, 1986; Marković et al., 1994, 1997b).

Uvođenje novih klonova topola, prevashodno klonova američke crne topole, pratila su i istraživanja vezana za primenu proreda u zasadima tih klonova (Marković et al., 1998, 2001). U Sremskom šumskom području u poslednjoj deceniji značajno je povećano učešće novoregistrovanih klonova američke crne topole, a u zasadima podignutim od 2003. godine njihovo učešće prevladava u rasadnicima i mladim zasadima (Pap et al., 2009). Ovi zasadi se osnivaju u gustini 5×5 m i 6×6 m zbog aktuelnih zahteva tržišta za kvalitetnijim sortimentima.

Imajući u vidu da je potražnja za određenim sortimentima topola promenljiva kategorija u periodu kraćem od dužine proizvodnog ciklusa, nameće se potreba prilagođavanja takvim okolnostima. Jedno od mogućih rešenja jeste i primena prorede u zasadima retke sadnje (5×5 m, 6×6 m), sa ciljem dobijanja prethodnog prinosa od tanjih sortimenata, uz istovremeno stimulisanje debljinskog prirasta preostalih stabla u cilju postizanja većih prečnika na kraju proizvodnog ciklusa ili postizanju ciljnog prečnika uz kraću ophodnju.

Na osnovu elemenata rasta stabala i zasada novoregistrovanog klona američke crne topole B-229, sa razmakom sadnje 5×5 m, u 8. godini od osnivanja zasada, u radu se analizira veličina i struktura prorednog etata i isplativost prorede, kao mere nege.

2. OBJEKAT ISTRAŽIVANJA I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u oglednom zasadu klona B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) koji je osnovan sa jednogodišnjim sadnicama tipa 1/1 pri razmaku sadnje 5×5 m. Zasad se nalazi na području ŠG Sremska Mitrovica u GJ „Čenjin-Obreške širine“, u odeljenju 13b ($\varphi_n = 44^\circ 42' 13''$, $\lambda_e = 19^\circ 57' 28''$). U cilju definisanja edafskih karakteristika staništa u oglednom polju otvoren je pedološki profil i determinisana njegova stratigrafska građa, odnosno morfološka svojstva, na osnovu čega je određena pedosistematska pripadnost. Do izdvajanja oglednih površina u starosti 8 godina od osnivanja u zasadu su izvođene uobičajene mere nege: dve godine nakon sadnje vršeno je popunjavanje i okopavanje zone oko sadnica širine 1 m, a međuredno tanjiranje vršeno je svake godine. U zasadu je izvršeno i orezivanje donjih grana do visine od 6 m, u cilju dobijanja najkvalitetnijih sortimenata na kraju proizvodnog ciklusa.

Ogledno polje je u vidu tri bloka sa po dve ogledne površine, svaka veličine 0,1225 ha, koje su međusobno odvojene jednim tzv. „zaštitnim“ redom. Na oglednim površinama obrojčana su sva stabla i premerena su im dva unakrsna prsna prečnika, sa tačnošću od 1 mm, i visine, sa tačnošću od 1 dm.

U svakom bloku na jednoj oglednoj površini izvršena je proreda (OP-E), pri kojoj je posečeno do 50% stabala, odnosno razmak između stabala je približno povećan na prosečno 7×7 m, odnosno 204 stabla·ha⁻¹. Pri proredi prvo se pristupilo izdvajanju kolektiva tzv. „perspektivnih stabala“ u broju od 204 stabla·ha⁻¹, odnosno broju koji odgovara prosečnom rastojanju od 7×7 m i uklanjanju susednih stabala

koja se mogu okarakterisati kao njihovi izraziti konkurenti. Usled prisustva uzgojno neperspektivnih stabala i stabala zaostalih u rastu, pretežno kao posledice naknadnih popunjavanja u zasadu i dve godine nakon sadnje, izvršeno je i njihovo uklanjanje. Preostale tri ogledne površine bile su kontrolne (OP-K).

Doznačena stabla na OP-E su posečena i u oborenom stanju premerena dva unakrsna prečnika vretena stabla sa dužinom sekcija od 1 m. Granjevina preko 3 cm sa korom takođe je premerena sekcionim metodom, sa dužinom sekcija od 1 m. Ukupno je slučajnim izborom premereno 40 stabala iz prorednog etata koja su bila zastupljena u svim debljinskim stepenima.

Za sagledavanje tokova rasta stabala izvršena je detaljna analiza po jednog dominantnog ($d_{g20\%}$) i jednog srednjeg stabla po preseku (d_g) u svakom ponavljanju. Koturovi su uzeti sa visine panja (0,3 m), zatim sa prsne visine (1,3 m) i na svakom sledećem metru visine (2,3 m, 3,3 m, 4,3 m, ...) do vrha stabla. Na sakupljenim koturovima premerene su širine prstenova prirasta na dva unakrsna prečnika.

Obrađena podataka obuhvatila je kompleksan metodološki pristup i sastojala se u obračunu zapremine debla sa korom po složenoj Smalijanovoj formuli, a zapremine grana po Huberovoj formuli. Konstrukcija zapreminskih linija je izrađena pomoću regresione analize.

Oborena i premerena stabla korišćena su za dobijanje izvodnice vretena debla bez kore u cilju nalaženja potencijalne sortimentne strukture. U cilju konstrukcije modela izvodnice vretena stabla korišćen je polinom V stepena koji je zatim poslužio da se dobije udeo sortimenata. Detaljan opis korišćenog metoda opisan je u radu Andrašev et al. (2005).

U obradi podataka korišćen je deskriptivna statistika, regresiona analiza, t-test i Kolmogorov-Smirnov test u cilju objektivizacije upoređenja elemenata rasta zasada.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Karakteristike zemljišta

U oglednom polju otvoren je pedološki profil čije su morfološke karakteristike prikazane u tabeli 1.

Iz tabele 1 se vidi da je istraživano zemljište obrazovano u plavnom, priterasnom genetičkom delu poloja reke Save u dve geološke faze. U prvoj fazi (pleistocen) formirano je razvijeno glejno zemljište (humoglej - ritska crnica) na staroj rečnoj terasi, čiji je matični supstrat izmešan aluvijalni nanos sa lesom (lesoaluvijum). U drugoj fazi (holocen) navedeno zemljište je prekriveno recentnim nanosom debljine oko 30 cm, pri čemu proces fluvijalne sedimentacije traje i danas. Pošto su recentni nanosi relativno male debljine, u letnjem periodu evaporacija zahvata i A horizont fosilne ritske crnice, pri čemu se javljaju vertikalne pukotine, duž kojih prodiru korenje topola. Time, pojava pukotina u fosilnom A horizontu produbljuje fiziološki aktivnu dubinu zemljišta i omogućava ekološke uslove za uzgoj selekcionisanih sorti crnih topola.

Prema klasifikaciji Škorić et al. (1985) zemljište pripada tipu fluvisol, varijetet dvoslojno sa fosilnim zemljištem (pogrebena ritska crnica na lesoaluvijumu). Potencijalna plodnost navedenog zemljišta najviše zavisi od debljine

i granulometrijskog sastava recentnog aluvijalnog nanosa iznad fosilnog zemljišta (Živanov, 1980). U proizvodno-ekološkom smislu pripada srednje povoljnim staništima za uzgoj crnih topola (Pudar, 1985, 1986; Ivanišević et al., 2010).

Tabela 1. Morfološke karakteristike zemljišta.

Table 1. Soil morphological characteristics.

Lokalitet: ŠG Sremska Mitrovica, ŠU Kupinovo, GJ „Čenjin- Obreške širine“, odelj./odsek: 13b;

Reljef: ravan, plavni, priterasni genetički deo poloja reke Save;

Vegetacija: zasad topole, klon B-229, starosti 8. godina;

Potencijalna vegetacija: *Fraxino angustifoliae* - *Quercetum roboris* Jov. et Tom. 1979;

Datum snimanja: 08.09.2011. godine;

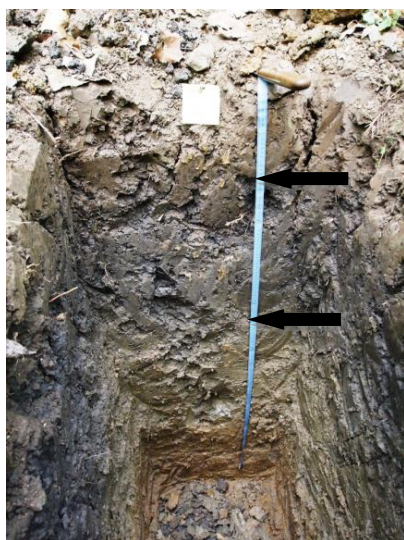
Dubina podzemne vode: ispod 160 cm;

Morfološka građa profila: $A_a - A_b - G_{so} - G_r$;

Pedosistematska jedinica: **FLUVISOL, VAR. DVOSLOJNO SA FOSILNIM ZEMLJIŠTEM (POGREBENA RITSKA CRNICA NA LESOALUVIJUMU)**

Tip šume: IV/11; Šifra zemljišta: 81, (Kodni priručnik, Banković et al., 1992)

Unutrašnja morfologija



Morfološki opis

- A_a (0-30 cm.) – svetlo smeđa glinovita ilovača, vertikalno puca, ima ljušturica puža, maskirano oglejana, puna korenja, postepeno prelazi u,
- A_b (30-75 cm.) – fosilni A horizont ritske crnice, u osnovi sivo crna glina, vertikalno puca, duž pukotina prodire korenje, postepeno prelazi u,
- G_{so} (75-160 cm.) – lesaluvijalni nanos, sivo rdasta glinovita ilovača, sa znacima procesa oksidoredukcije, prisutne brojne konkecije $CaCO_3$, gvožđa i mangana.

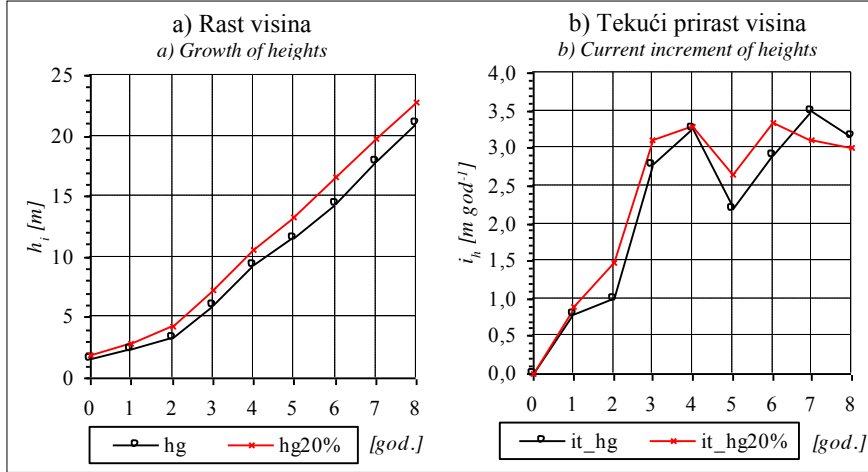
3.2. Razvoj stabala do 8. godine

Na osnovu rezultata dendrometrijske analize modelnih stabala visine sadnica su iznosile od 1,5-1,9 m, a na kraju prve godine od osnivanja zasada visinski prirast je iznosio 0,78-0,90 m·god⁻¹. Mali visinski prirast u prvoj godini je uobičajena pojava i posledica je presadnje i potrebe formiranja korenovog sistema da bi se obezbedio vodni balans u krošnji. Međutim, mali visinski prirast u drugoj godini od 1,00-1,47 m·god⁻¹ je neočekivan i, verovatno, uslovljen uticajem i drugih egzogenih faktora u

vegetacionom periodu. U periodu od treće do osme godine visinski prirast iznosio je od 2,66-3,48 m·god⁻¹, sa malim padom u petoj godini, i ukazuje da su stabla bila u fazi intenzivnog visinskog prirašćivanja (Grafikon 1).

Grafikon 1. Rast i tekući prirast visina srednjeg i dominantnog stabla

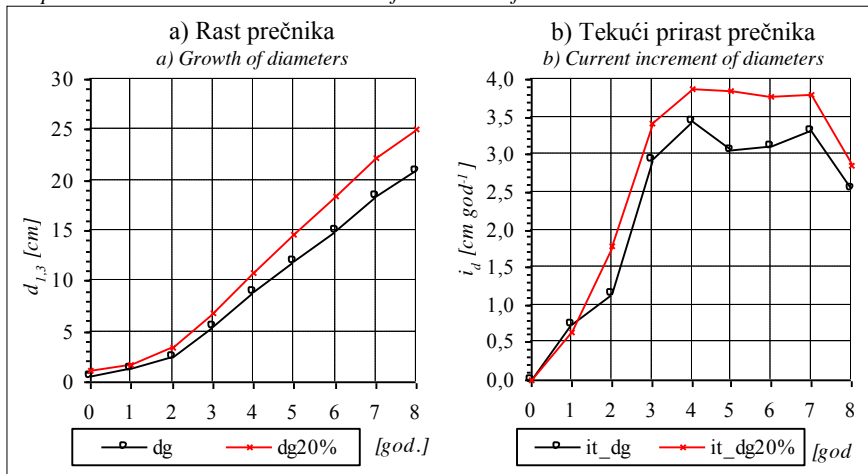
Graph 1. Growth and current increment of heights of medium and dominant trees



Dominantno stablo je ostvarilo nešto veće visinske priraste u periodu od druge do šeste godine, tako da je u osmoj godini postiglo za 1,5 m veću visinu u odnosu na srednje stablo (Grafikon 1).

Grafikon 2. Rast i tekući prirast prečnika srednjeg i dominantnog stabla

Graph 2. Growth and current increment of diameters of medium and dominant trees

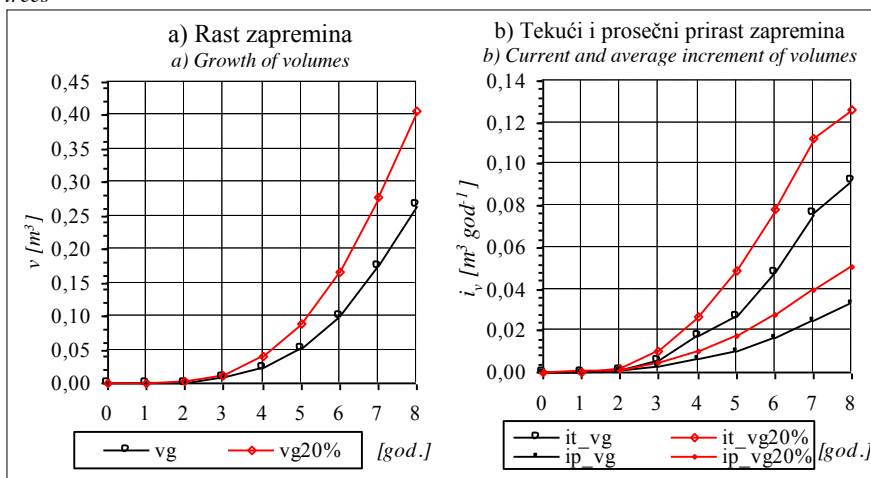


Slično tokovima rasta visina ponašaju se i tokovi rasta prsnih prečnika. Prsni prečnik sadnica je bio u rasponu od 0,6-1,0 cm, a prirast u prvoj godini posle sadnje od 6-7 mm·god⁻¹. U drugoj godini tekući prirast je neočekivano mali, od 1,1-1,8 cm·god⁻¹, da bi od treće do sedme godine bio u fazi kulminacije od preko 3,0 cm·god⁻¹ (Grafikon 2).

Dominantno stablo je ostvarilo veći debljinski prirast u periodu od druge do osme godine, tako da je razlika u prsnim prečnicima između dominantnog i srednjeg stabla u osmoj godini iznosila 3 cm (Grafikon 2).

Zapremine dominantnog i srednjeg stabla imaju nagli, eksponencijalni porast u početnom periodu sa ranim i sve izraženijim razdvajanjem do osme godine. Tekući prirast zapremine, takođe ima trend porasta bez izražene kulminacije, ali i ranog razdvajanja između dominantnog i srednjeg stabla. Prosečni prirast zapremine modelnih stabala do osme godine značajno zaostaje za tekućim prirastom što potvrđuje fazu intenzivnog prirašćivanja stabala (Grafikon 3).

Grafikon 3. Rast i tekući i prosečni prirast zapremina srednjeg i dominantnog stabla
Graph 3. Growth and current and average increment of volumes of medium and dominant trees



3.3. Stanje zasada u 8. godini

3.3.1. Konstrukcija zapreminske linije

Imajući u vidu da se postojeće zapreminske tablice i tarife za topolu odnose na klon I-214 ili starije kultivare, u cilju što preciznije ocene zapremine zasada i porednog etata, pristupilo se konstrukciji zapreminske linije (zapreminske tablice) za istraživane uslove u zasadu klona B-229 (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.).

Zavisnost zapremine stabla (deblo sa korom i granjevinom) od njihovih prsnih prečnika (zapreminska linija stabla) je krivolinijska i uspešno je modelovana stepenom funkcijom uz visok koeficijent determinacije (Grafikon 4, Tabela 2).

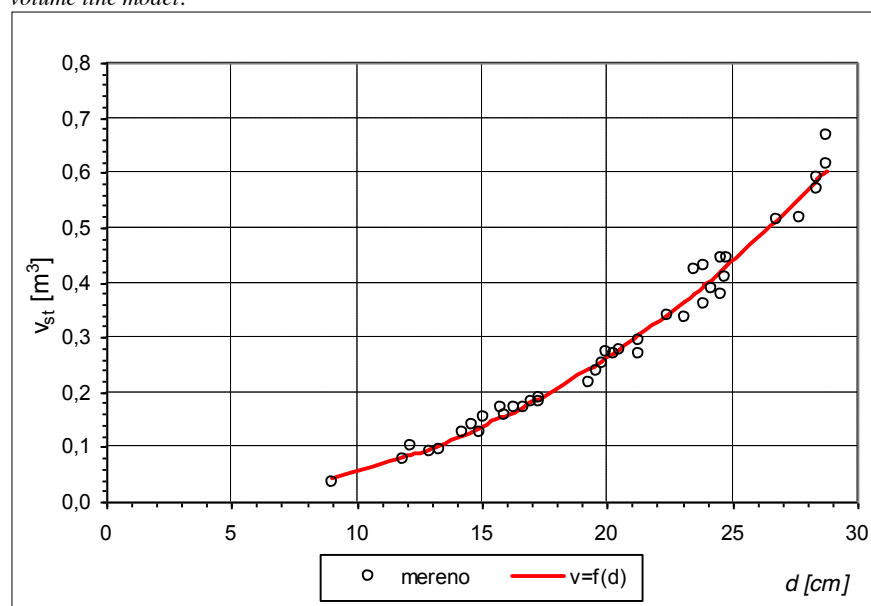
Tabela 2. Parametri modela zapreminske linije.

Table 2. Parameters of the volume line model.

Model zapreminske linije Model of volume lines	Parametri modela Parameters of model		Elementi ocene modela Elements of model assessment		
	a	b	R^2	s_e	n
$v_{st} = a \cdot d_{1,3}^b$	0,0002679866	2,29778557918	0,9834	0,0215	40

Grafikon 4. Dijagram rasturanja zapremina stabala u zavisnosti od prsnih prečnika i model zapreminske linije.

Graph 4. Diagram of tree volume distribution depending on breast height diameters and volume line model.



3.3.2. Elementi rasta zasada

U okviru analiziranih oglednih površina u osmoj godini utvrđeno je u proseku 365-373 stabla po hektaru, što predstavlja procenat preživljavanja sadnica od 91,2-93,2%, i može se oceniti kao zadovoljavajuće. Ukupna temeljnica je iznosila u proseku $17,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, zapremina od $157,6-158,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, a prosečni zapreminski prirast $19,70-19,83 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$. Primenom statističkog t-testa, nije utvrđena

značajna razlika u broju stabala, temeljnici i zapremini u okviru analiziranih površina pre primene uzgojnog tretmana (Tabela 3).

Srednji prsni prečnici na oglednim površinama pre primene oglednih tretmana su iznosili od 24,5-24,9 cm, a dominantni od 29,3-30,1 cm. Srednje visine po Loraju su iznosile od 21,0-21,32 m, a visine dominantnih stabala 22,01 m. Statističkim t-testom nije utvrđena statistički značajna razlika, kako između srednjih i dominantnih prečnika, tako i između srednjih i dominantnih visina nakon osam godina razvoja zasada (Tabela 4).

Tabela 3. Osnovni elementi rasta zasada u 8. godini i rezultati t-testa
Table 3. Basic elements of stand growth in the eighth year and the results of the t-test

Ogledno polje <i>Experimental field</i>	N ^{*)}		G		V	
	[stabala·ha ⁻¹]	t-test	[m ² ·ha ⁻¹]	t-test	[m ³ ·ha ⁻¹]	t-test
OP-K	365	-0,671 ^{ns}	17,68	0,037 ^{ns}	158,65	0,087 ^{ns}
OP-E	373		17,63		157,64	

^{*)} Oznake svojstava: N – broj stabala po hektaru; G – temeljnica po hektaru; V – zapremina po hektaru.

^{*)} Characters' labels: N – number of trees per hectare; G – basal area per hectare; V – wood volume per hectare.

Tabela 4. Srednje vrednosti elemenata rasta stabala i rezultati t-testa
Table 4. Mean values of tree growth elements and the t-test results

Ogledno polje <i>Experimental field</i>	Prsni prečnici <i>Diameters</i>		Visine <i>Heights</i>	
	d_g ^{*)}	$d_{g20\%}$	h_L	$h_{g20\%}$
	[cm]	[cm]	[m]	[m]
OP-K	24,9	30,1	21,06	22,01
OP-E	24,5	29,3	21,32	22,01
t-test	0,71 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,413 ^{ns}	0,003 ^{ns}

^{*)} Oznake svojstava: d_g – srednji prečnik; $d_{g20\%}$ – srednji prečnik 20% najdebljih stabala; h_L – srednja visina po Loraju; $h_{g20\%}$ – srednja visina 20% najdebljih stabala.

^{*)} Characters' labels: d_g – mean diameter; $d_{g20\%}$ – mean diameter of 20% of the thickest trees; h_L – mean Loray's height; $h_{g20\%}$ – mean height of 20% of the thickest trees.

3.3.3. Struktura zasada

Aritmetički srednje visine su bliske na oba ogledna polja i iznose od 20,7-21,0 m. Pokazatelji varijabilnosti (s_d , c_v) ukazuju na malu varijabilnost visina u rasponu od 8,0-26,2 m. Na oba ogledna polja utvrđena je leva asimetrija i leptokurtični raspored visinske strukture (Tabela 5).

Sumarne krive visinske strukture na istraživanim oglednim poljima su bliske što je potvrđeno i neparametarskim testom Kolmogorov-Smirnova (Grafikon 5a, Tabela 7).

Aritmetički srednji prsni prečnici su ujednačeni i iznose od 24,1-24,4 cm na oba ogledna polja. Na oba ogledna polja utvrđeni su slični pokazatelji varijabilnosti debljinske strukture u rasponu od 10,1-33,9 cm, sa levom asimetrijom i mezokurtičnim rasporedom. U poređenju sa visinskom strukturom, varijabilnost je

dvostruko veća i ukazuje da je u zasadu intenzivnije diferenciranje stabala po prečniku u poređenju sa visinom (Tabela 6).

Tabela 5. Numerički pokazatelji visinske strukture na oglednim poljima.

Table 5. Numeric indicators of height structure in the field trials.

Ogledno polje Field trials	n ^{*)}	h_a	s_d	c_v	h_{min}	h_{max}	v_{ξ}	α_3	α_4
	[kom]	[m]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]		
OP-K	127	20,69	1,78	8,6	15,3	26,2	10,9	-0,165	4,154
OP-E	115	21,03	1,69	8,0	12,7	24,7	12,0	-0,986	7,181

^{*)} Oznake svojstava: n – broj merenih stabala; h_a – aritmetička sredina visina; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; h_{min} – minimalna visina; h_{max} – maksimalna visina; v_{ξ} – varijaciona širina; α_3 – koeficijent asimetrije; α_4 – koeficijent spljoštenosti.

^{*)} Characters' labels: n - number of trees on sample plot, h_a - arithmetic mean height, s_d - standard deviation of height, c_v - variation coefficient, h_{min} - minimal height, h_{max} - maximal height, v_{ξ} - variation width, α_3 - coefficient of skewness, α_4 - coefficient of kurtosis.

Tabela 6. Numerički pokazatelji debljinske strukture na oglednim poljima.

Table 6. Numeric indicators of diameter structure in the field trials.

Ogledno polje Field trial	n	d_a	s_d	c_v	d_{min}	d_{max}	v_{ξ}	α_3	α_4
	[kom]	[cm]	[cm]	[%]	[cm]	[cm]	[cm]		
OP-K	134	24,4	4,58	18,8	11,0	33,9	22,9	-0,763	3,424
OP-E	137	24,1	4,49	18,6	10,1	31,8	21,7	-0,755	3,033

^{*)} Oznake svojstava: n – broj merenih stabala; d_a – aritmetička sredina prsnih prečnika; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; d_{min} – minimalni prečnik; d_{max} – maksimalni prečnik; v_{ξ} – varijaciona širina; α_3 – koeficijent asimetrije; α_4 – koeficijent spljoštenosti.

^{*)} Characters' labels: n - number of trees on sample plot, d_a - arithmetic mean diameter at breast height, s_d - standard deviation of diameter, c_v - variation coefficient, d_{min} - minimal diameter, d_{max} - maximal diameter, v_{ξ} - variation width, α_3 - coefficient of skewness, α_4 - coefficient of kurtosis.

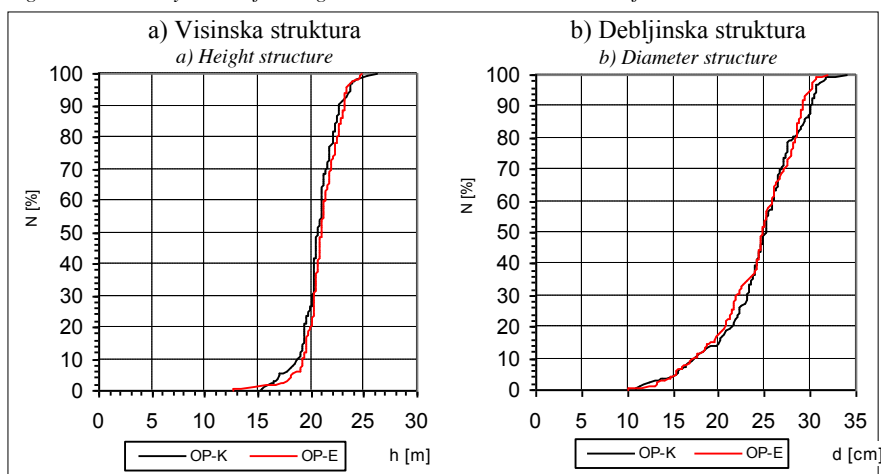
Slično visinskoj strukturi, sumarne krive debljinske strukture su bliske na oba ogledna polja što je potvrđeno i testom Kolmogorov-Smirnova (Grafikon 5b, Tabela 7).

Tabela 7. Rezultati testa Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske i debljinske strukture.

Table 7. Results of Kolmogorov-Smirnov comparison test between the height and diameter structures.

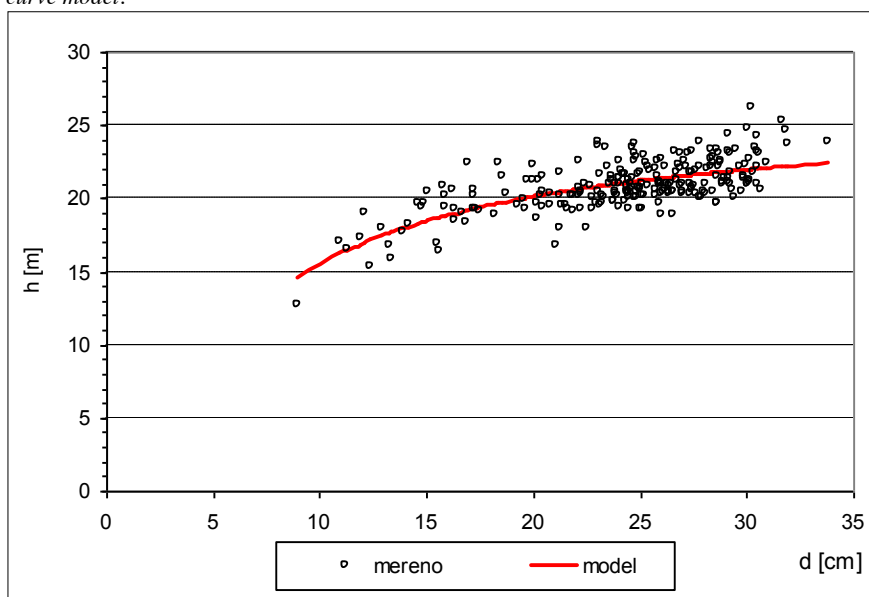
Ogledno polje Field trial	Visinska struktura Height structure		Debljinska struktura Diameter structure	
	D statistika	p - vrednost	D statistika	p - vrednost
OP-K : OP-E	0,1334474	0,2327167	0,0833969	0,7337386

Grafikon 5. Sumarne krive visinske i debljinske strukture na oglednim poljima.
 Figure 5. Summary curves for height and diameter structures in the field trials.



Grafikon 6. Dijagram rasturanja visina stabala u zavisnosti od prsnih prečnika i model visinske krive.

Graph 6. Diagram of distribution of tree heights depending on breast diameters and height curve model.



Pošto je utvrđena bliskost visinske i debljinske strukture na oba ogledna polja izrađena je jedinstvena visinska kriva za oba polja primenom funkcije Mihajlova

(Tabela 8, Grafikon 6). Visinska kriva ima izraženiji uspon u tanjim debljinskim stepenima što je karakteristika za sastojine gde je izraženo diferenciranje stabala po visini.

Tabela 8. Parametri modela visinske krive i njegova ocena.

Table 8. Parameters of the height curve model and its evaluation.

Model <i>Model</i>	Parametri modela <i>Parameters of model</i>		Elementi ocene modela <i>Elements of model assessment</i>		
	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	s_e	<i>n</i>
$h = a \cdot e^{-b/d1.3} + 1.3$	24,8383	5,61111	0,46877	1,27237	242

3.4. Karakteristike prorede

Na prorednim površinama po hektaru je uklonjeno u proseku 169 stabala (45,3%), koja su bila konkurenti uzgojno najperspektivnijim stablima ili su pripadala kategoriji uzgojno neperspektivnih stabala (Tabela 9). Ukupno je po hektaru uklonjeno 6,56 m²·ha⁻¹ temeljnice (37,2%) i 57,27 m³·ha⁻¹ zapremine (36,3%).

Tabela 9. Osnovni elementi rasta zasada kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala na eksperimentalnom oglednom polju u 8. godini i rezultati t-testa.

Table 9. Basic elements of the stand growth of the group of the assigned trees and the remaining group of trees on the experimental field trial in the eighth year and the t-test results.

Kolektiv stabala za upoređenje <i>Group of trees for comparison</i>	N ^{*)}		G		V	
	[stabala·ha ⁻¹]	t-test	[m ² ·ha ⁻¹]	t-test	[m ³ ·ha ⁻¹]	t-test
preostala stabla <i>remaining trees</i>	204	3,61 *	11,07	5,55 **	100,37	5,65 **
doznačena stabla <i>assigned trees</i>	169		6,56		57,27	

^{*)}Oznake svojstava: N – broj stabala po hektaru; G – temeljnica po hektaru; V – zapremina po hektaru.

^{*)} Characters' labels: N – number of trees per hectare; G – basal area per hectare; V – wood volume per hectare.

Preostala stabala, sa 204 stabla po hektaru, 11,07 m²·ha⁻¹ temeljnice i 100,37 m³·ha⁻¹ zapremine predstavljala su kolektiv stabala koji definiše prosečno rastojanje od 7×7 m, odnosno 204 stabla·ha⁻¹. Statističkim t-testom utvrđena je značajna razlika u elementima rasta zasada (N, G, V) kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala (Tabela 9).

Kolektiv preostalih stabala nakon prorede imao je srednji prečnik od 26,3 cm, odnosno prečnik se povećao za 1,7 cm u odnosu na prečnik celog kolektiva stabala pre prorede. Srednja visina po Loraju kolektiva preostalih stabala iznosila je 21,42 m i bila je za 0,1 m veća od visine celog kolektiva pre prorede (Tabela 10).

Tabela 10. Srednje vrednosti elemenata rasta stabala kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala na eksperimentalnom oglednom polju u 8. godini i rezultati t-testa.

Table 10. Mean values of elements of tree growth of the group of the assigned trees, and the remaining group of trees on the experimental field trial in the eighth year and the t-test results.

Kolektiv stabala za upoređenje <i>Group of trees for comparison</i>	Prsni prečnici <i>Diameters</i>		Visine <i>Heights</i>	
	d_g	$d_{g20\%}$	h_L	$h_{g20\%}$
	[cm]	[cm]	[m]	[m]
preostala stabla <i>remaining trees</i>	26,3	29,6	21,42	21,89
doznačena stabla <i>assigned trees</i>	22,2	28,2	21,09	22,02
t-test	5,49**	2,43 ^{ns}	0,384 ^{ns}	0,125 ^{ns}

^{*)} Oznake svojstava: d_g – srednji prečnik; $d_{g20\%}$ – srednji prečnik 20% najdebljih stabala; h_L – srednja visina po Loraju; $h_{g20\%}$ – srednja visina 20% najdebljih stabala.

^{*)} Characters' labels: d_g – mean diameter; $d_{g20\%}$ – mean diameter of 20% of the thickest trees; h_L – mean Loray's height; $h_{g20\%}$ – mean height of 20% of the thickest trees.

Kolektiv doznačenih stabala imao je srednji prečnik od 22,2 cm, a prečnik 20% najdebljih stabala od 28,2 cm. Srednji prečnik doznačenih stabala je značajno manji u poređenju sa srednjim prečnikom preostalih stabala i iznosi 84,4%, što ukazuje da je proreda imala karakter niske prorede.

Upoređenjem prečnika i visina 20% najdebljih stabala kao i srednjih visina po Loraju kolektiva preostalih i doznačenih stabala nije utvrđena značajna razlika po t-testu (Tabela 10).

Tabela 11. Numerički pokazatelji visinske strukture kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala na eksperimentalnom oglednom polju u 8. godini.

Table 11. Numeric indicators of the height structure of the group of the assigned trees and the remaining group of trees on the experimental field trial in the eighth year.

Kolektiv stabala za upoređenje <i>Group of trees for comparison</i>	$n^{*)}$	h_a	s_d	c_v	h_{min}	h_{max}	v_s	α_3	α_4
	[kom]	[m]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]		
preostala stabla <i>remaining trees</i>	75	21,31	1,44	6,7	18,0	24,7	6,7	0,338	2,538
doznačena stabla <i>assigned trees</i>	40	20,50	1,99	9,7	12,7	23,5	10,8	-1,618	7,250

^{*)} Oznake svojstava: n – broj merenih stabala; d_a – aritmetička sredina prsnih prečnika; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; d_{min} – minimalni prečnik; d_{max} – maksimalni prečnik; v_s – varijaciona širina; α_3 – koeficijent asimetrije; α_4 – koeficijent spljoštenosti.

^{*)} Characters' labels: n – number of trees on sample plot, d_a – arithmetic mean diameter at breast height, s_d – standard deviation of diameter, c_v – variation coefficient, d_{min} – minimal diameter, d_{max} – maximal diameter, v_s – variation width, α_3 – coefficient of skewness, α_4 – coefficient of kurtosis.

Aritmetički srednja visina kolektiva preostalih stabala od 21,3 m je veća za 0,8 m od visine kolektiva doznačenih stabala. Varijabilnost visina kolektiva preostalih

stabala je smanjena (6,7%) u odnosu na početno stanje (8,0%), a varijabilnost kolektiva doznačenih stabala je povećana (9,7%). Takođe je utvrđena razlika u obliku rasporeda visinske strukture: dok je kod kolektiva preostalih stabala izražena desna asimetrija i platikurtični raspored, kod kolektiva doznačenih stabala izražena je leva asimetrija i leptokurtični raspored (Tabela 11).

Sumarne krive visinske strukture pokazuju izvesne razlike u obliku raspodele kolektiva preostalih i doznačenih stabala (Grafikon 7a). Test Kolmogorov-Smirnova nije utvrdio značajne razlike (Tabela 13).

Aritmetički srednji prečnik kolektiva preostalih stabala od 26,1 cm je za 4,4 cm veći od kolektiva doznačenih stabala. Slično kao i kod visinske strukture, varijabilnost debljinske strukture kolektiva preostalih stabala je smanjena (11,1%) u odnosu na početno stanje (18,6%), dok je varijabilnost kolektiva doznačenih stabala povećana (22,5%). Kod oba kolektiva izražena je leva asimetrija i platikurtični raspored (Tabela 12).

Tabela 12. Numerički pokazatelji debljinske strukture kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala na eksperimentalnom oglednom polju u 8. godini.

Table 12. Numeric indicators of the diameter structure of the group of the assigned trees and the remaining group of trees on the experimental field trial in the eighth year.

Kolektiv stabala za upoređenje <i>Group of trees for comparison</i>	$n^{*)}$	d_a	s_d	c_v	d_{min}	d_{max}	v_s	α_3	α_4
	[kom]	[cm]	[cm]	[%]	[cm]	[cm]	[cm]		
preostala stabla <i>remaining trees</i>	75	26,1	2,91	11,1	18,6	31,8	13,2	-0,467	2,701
doznačena stabla <i>assigned trees</i>	62	21,7	4,89	22,5	10,1	30,2	20,1	-0,190	2,248

^{*)} Oznake svojstava: n – broj merenih stabala; d_a – aritmetička sredina prsnih prečnika; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; d_{min} – minimalni prečnik; d_{max} – maksimalni prečnik; v_s – varijaciona širina; α_3 – koeficijent asimetrije; α_4 – koeficijent spljoštenosti.

^{*)} Characters' labels: n - number of trees on sample plot, d_a - arithmetic mean diameter at breast height, s_d - standard deviation of diameter, c_v - variation coefficient, d_{min} - minimal diameter, d_{max} - maximal diameter, v_s - variation width, α_3 - coefficient of skewness, α_4 - coefficient of kurtosis.

Sumarne krive debljinske strukture kolektiva preostalih i doznačenih stabala, prikazane na grafikonu 7b, jasno ukazuju na razlike, kako u položaju, tako i u obliku debljinskih struktura ova dva kolektiva stabala. Testom Kolmogorov-Smirnova utvrđena je značajna razlika u debljinskim strukturama ova dva kolektiva stabala (Tabela 13).

Potencijalna sortimentna struktura prorednog etata, prikazana u tabeli 14, pokazuje da je proredom dobijeno 18,52 m³·ha⁻¹ (32,3%) sortimenta trupci za rezanje II klase i 26,53 m³·ha⁻¹ (46,4%) sortimenta celulozno drvo. Drvni ostatak (otpad), odnosno neiskorišćeni deo debla tanji od 7 cm, kora i granjevina su iznosili 12,22 m³·ha⁻¹ (21,3%). Usvajajući aktuelne cene sortimenata na tržištu (JP „Vojvodinašume“) vrednost prorednog etata u 8. godini je iznosila 1.077,84 €·ha⁻¹.

Tabela 13. Rezultati testa Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske i debljinske strukture kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala na eksperimentalnom oglednom polju u 8. godini.

Table 13. Results of Kolmogorov-Smirnov comparison test between the height and diameter structures of the group of the assigned trees and the remaining group of trees on the experimental field trial in the eighth year.

Kolektiv stabala za upoređenje <i>Group of trees for comparison</i>	Visinska struktura <i>Height structure</i>		Debljinska struktura <i>Diameter structure</i>	
	D statistika	p - vrednost	D statistika	p - vrednost
preostala stabla : doznaka <i>remaining trees : assigned trees</i>	0,18	0,3665647	0,4606452	1,11·10⁻⁶

Troškovi seče, izrade, primanja i privlačenja sortimenata do stovarišta, iskazani kao direktni troškovi, iznose 614,50 €·ha⁻¹ i dobijeni su na osnovu sortimentne strukture, uslova u zasadu i troškova privlačenja, usvajajući prosečno rastojanje do stovarišta od 500 m (Tabela 15).

Grafikon 7. Sumarne krive visinske i debljinske strukture kolektiva doznačenih stabala i kolektiva preostalih stabala na eksperimentalnom oglednom polju u 8. godini

Graph 7. Summary curves of the height and diameter structure of the group of the assigned trees and the remaining groups of trees on the experimental field trial in the eighth year

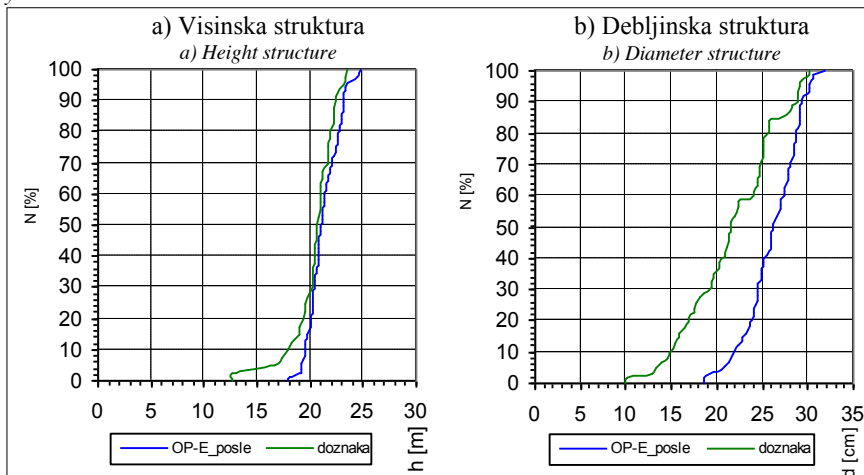


Tabela 14. Struktura sortimenata prorednog etata u 8. godini

Table 14. Assortment structure of the allowable cut in the thinning in the eight year

$d^{*)}$	N	V_{II}	V_{cel}	V_{otpad}	V_{stablo}
[cm]	[N° · ha ⁻¹]	[m ³ · ha ⁻¹]			
12,5	16		1,22	0,34	1,57
17,5	44		6,93	1,32	8,24
22,5	63	6,17	10,73	4,13	21,03
27,5	46	12,34	7,64	6,44	26,43
Ukupno Total	169	18,52	26,53	12,22	57,27
	[€ · m ⁻³]	27,50	21,43		
	[€ · ha ⁻¹]	509,30	568,54		1.077,84

^{*)} Oznake svojstava: d - prsni prečnik, N - broj stabala, V_{II} - zapremina sortimenta trupac za rezanje II klase, V_{cel} - zapremina sortimenta celulozno drvo, V_{otpad} - zapremina otpada, V_{stablo} - ukupna zapremina stabla

^{*)} Characters' labels: d - diameter at breast height, N - number of trees, V_{II} - assortment volume of the logs for cutting II class, V_{cel} - cellulose wood assortment volume, V_{otpad} - waste volume; V_{stablo} - total tree volume.

Tabela 15. Direktni troškovi seče, izrade, primanja i privlačenja sortimenata.

Table 15. Direct costs of felling, creating, accepting and transporting of assortments.

Radna operacija Work operation	Tehničko drvo	Prostorno drvo	Ukupno Total
	Technical wood	Firewood	
€ · ha ⁻¹			
1. Seča i izrada sortimenata 1. Cutting and creation of assortments	95,37	195,18	290,55
2. Primanje drvih sortimenata 2. Acceptance of wood assortments	13,70	20,09	33,79
3. Privlačenje drvih sortimenata 3. Transport of the wood assortments	79,82	210,34	290,16
UKUPNO TOTAL			614,50

U cilju ocene isplativosti prorede u zasadu u tabeli 16 prikazani su direktni troškovi osnivanja i nege zasada osnovanih pri razmacima 5×5 m i 7×7 m. Usled dvostruko većeg broja sadnica pri osnivanju razlika troškova osnivanja zasada iznosi 271,64 € · ha⁻¹, sa troškovima popunjavanja i nege zasada razlika iznosi 405,05 € · ha⁻¹. Sa troškovima seče, izrade, primanja i privlačenja sortimenata ukupni direktni troškovi pošumljavanja sa razmakom 5×5 m, uz primenu proredne seče u 8. godini, u odnosu na razmak 7×7 m u zasadu klona B-229 iznose 1.019,55 € · ha⁻¹, što je za 58,29 € · ha⁻¹ manje od prodajne cene dobijenih sortimenata prorednog etata.

Tabela 16. Direktni troškovi osnivanja i nege zasada osnovanih pri razmacima 5×5 m i 7×7 m.

Table 16. Direct costs of establishment and tending measures of the stands established at a planting distance of 5×5 m and 7×7 m.

Radna operacija <i>Work operation</i>	5×5 m	7×7 m	Razlika <i>Difference</i>
	€·ha ⁻¹		
1. Priprema terena <i>1. Terrain preparation</i>	709,20	709,20	0
2. Pošumljavanje <i>2. Afforestation</i>	575,49	303,85	271,64
3. Popunjavanje <i>3. Gap filling</i>	70,12	36,27	33,85
4. Nega zasada <i>4. Tending of plantation</i>	969,63	870,07	99,56
UKUPNO <i>TOTAL</i>	2.324,44	1.919,39	405,05

4. DISKUSIJA

Istraživanja su obavljena na zemljištu tipa fluvisol, var. dvoslojno sa fosilnim zemljištem (po klasifikaciji Škorić et al., 1985), odnosno zemljištu tipa pogrebena ritska crnica na lesionaluvijumu koje, na osnovu prethodnih proučavanja na području Ravnog Srema, zauzima površine od 219,86 ha (Ivanišević i Grbić, 1992). Navedeno zemljište se može smatrati srednje povoljnim za uzgoj zasada topola.

Andrašev et al. (2011), nalaze da zasad bele vrbe (*Salix alba* L.) u starosti od 32 godine na zemljištu tipa pogrebena ritska crnica na lesionaluvijumu ostvaruje skromnu proizvodnost od 6,16 m³·ha⁻¹·god⁻¹ i zaključuju da je ona uslovljena negativnim egzogenim faktorima, prevashodno nepovoljnim hidrološkim režimom.

Naša istraživanja pokazuju da je zasad klona B-229 (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.) nakon 8 godina ostvario srednju visinu od 21,1-21,3 m što je više od zasada klona I-214 (*P. × euramericana* Dode Guinier) iste starosti na zemljištu tipa humofluvisol, prema dosadašnjim saznanjima, najboljem staništu za topolu (Pudar, 1986). Međutim, kako su utvrđene različite karakteristike rasta klonova euroameričke topole (*P. × euramericana* Dode Guinier) i klonova američke crne topole (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.), to je upoređenje boniteta moguće jedino unutar grupe klonova sličnih karakteristika rasta (Andrašev, 2008). Klona B-229 je novoregistrovani klon sa nedovoljno istraženim karakteristikama rasta i zato je moguće dati samo načelne ocene o bonitetu istraživanog staništa. Ostvarene dominantne i srednje visine klona B-229 zaostaju za registrovanim klonovima S₁₋₈ i S₆₋₃₆ (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.) na najboljim i srednje povoljnim staništima, dok su u rangu sa klonom 618 (Lux) (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.) na najboljim staništima pri razmaku sadnje 5×5 m (Andrašev, 2008). U odnosu na ostvarene srednje visine klona S₁₋₈ na zemljištu tipa fluvisol, peskovito-ilovaste forme, koje se može okarakterisati kao srednje povoljno za uzgoj topola, visine klona B-229 su niže

i u rangu su sa visinama registrovanih klonova 55/66 i S₁₋₂₀ (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.) (Marković i sar., 1997a; 1998). Iz navedenog se može zaključiti da se istraživano zemljište može označiti kao srednje povoljno za uzgoj topole klon B-229 (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.).

Vreme početka proredne seče određeno je uvažavajući iskustvo i dosadašnja istraživanja (Marković et al., 1994; Pudar, 1986), ali i na bazi ocene stanja zasada da je došlo do sklapanja krošnji i ozbiljne konkurencije stabala u zoni krošanja. Na osnovu detaljne analize rasta stabala konstatovani su visoki iznosi tekućeg debljinskog i visinskog prirasta srednjih sastojinskih i dominantnih stabala pre prorede, koji se nalaze u periodu velikog prirasta, što prema navodima Stanturf et al. (2001), Krinard i Johnson, (1980) predstavlja dobru osnovu za povoljnu prirastnu reakciju stabala na povećanje prostora za rast.

Proredom je uklonjeno 45,3% stabala, 37,2% temeljnice, 36,3% zapremine (Tabela 9) što predstavlja jak zahvat (Slika 1).



Slika 1. Proreda na OP-E u 8. godini.
Figure 1. Thinning at OP-E in the 8th year.

Srednji prečnik doznačenih stabala iznosi 84,4% od srednjeg prečnika preostalih stabala i ukazuje da je proreda imala karakter niske prorede. U kolektiv doznačenih stabala uključena su i najslabije razvijena stabla, te u poređenju sa kolektivom preostalih stabala ima znatno veću varijabilnost. To je posebno izraženo kod prsnih prečnika gde je varijabilnost kolektiva doznačenih stabala dvostruko veća u odnosu na kolektiv preostalih stabala uz značajne razlike u položaju i obliku sumarnih krivih debljinske strukture. Sve navedeno ukazuje da se primenjeni uzgojni tretman značajno razlikuje od šematske prorede gde se uklanja svaki drugi red (Marković, 1986).

Primenjena proreda ima, pre svega, selektivan karakter, pri čemu su u okviru kvadratnog rasporeda izdvojena fenotipski pravilnije formirana stabla u broju koji definiše prosečan razmak 7×7 m, odnosno $204 \text{ stabla} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pored uklanjanja izrazitih konkurenata izdvojenim stablima uklonjena su i stabla zaostala u rastu i oštećena stabla. Time se kolektiv preostalih stabala homogenizovao za produkciju kvalitetne drvne zapremine na kraju ophodnje, a proredom je omogućeno korišćenje prethodnog prinosa. Na takav, biološki primereniji pristup proređivanja zasada topola u odnosu na šematsku proredu, ukazuju i Krinard i Johnson (1980).

U poređenju sa navodima o realizovanom etatu pri šematskoj proredi u ranije publikovanim radovima iznos prorednog etata u istraživanom zasadu manji je od iznosa prorednog etata klona I-214 u istoj starosti na više različitih zemljišta pri većem početnom broju stabala (Tabela 17).

Tabela 17. Proredni etat i potencijalna struktura sortimenata u istraživanom zasadu i u drugim zasadima slične starosti.

Tabela 17. Allowable cut in the thinning and potential assortment structure in the studied stands and in other stands of the similar age.

Referenca (Reference)	V_I *)	V_{II}	V_{cel}	V_{otpad}	V_{stablo}
	[%]				[$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$]
1. Naša istraživanja, zemljište tipa pogrebena ritska crnica na lesosuvijumu, razmak $5,0 \times 5,0$ m, proreda nakon 8 godina intenziteta 45% po broju stabala. <i>Our research, soil type fluvisol, var. double-layer with fossil soil on loess-alluvium, space 5×5 m, thinning after 8 years, the intensity of 45%.</i>		32,3	46,3	21,4	57,27
2. Marković, et al, (1994), klon I-214, zemljište tipa humofluvisol, razmak $4,25 \times 4,25$ m, proreda nakon 6 godina inatenziteta 50% po broju stabala <i>Marković, et al. (1994), soil type fluvisol, spacing 4.25×4.25 m, thinning after 6 years, the intensity of 50%.</i>		36,0	50,0	14,0	100,00
3. Pudar (1986), zemljište tipa fluvisol, razmak $4,25 \times 4,25$ m, prorjeda nakon 8 godina intenziteta 50%. <i>Pudar (1986), soil type fluvisol, spacing 4.25×4.25 m, thinning after 8 years, the intensity of 50%.</i>	14,2	31,7	40,8	13,4	115,45
4. Pudar (1986), zemljište tipa livadska crnica, razmak $4,25 \times 4,25$ m, prorjeda nakon 8 godina intenziteta 50%. <i>Pudar (1986), soil type meadow soil, spacing 4.25×4.25 m, thinning after 8 years, the intensity of 50%.</i>		16,2	71,4	12,4	66,95
5. Pudar (1986), zemljište tipa pseudoglej, razmak $4,25 \times 4,25$ m, prorjeda nakon 8 godina intenziteta 50%. <i>Pudar (1986), soil type pseudogley, spacing 4.25×4.25 m, thinning after 8 years, the intensity of 50%.</i>			91,8	8,2	67,52

Oznake svojstava: V_I – zapremina sortimenta trupac za rezanje I klase, V_{II} – zapremina sortimenta trupac za rezanje II klase, V_{cel} – zapremina sortimenta celulozno drvo, V_{otpad} – zapremina otpada, V_{stablo} – ukupna zapremina stabla.

^{*)} Characters' labels: V_I – assortment volume of the logs for cutting I class, V_{II} – assortment volume of the logs for cutting II class, V_{cel} – cellulose wood assortment volume, V_{otpad} – waste volume, V_{stablo} – total wood volume.

Međutim, struktura prorednog etata pri selektivnoj proredi u istraživanom zasadu je povoljnija u odnosu na navode o realizovanom etatu pri šematskoj proredi na srednje povoljnom (livadska crnica) i manje povoljnom staništu (pseudoglej). Na zemljištu tipa humofluvisol, najboljem staništu za uzgoj topola, proreda u 6. godini u zasadu klona I-214 (Marković et al., 1994) dala je znatno veću količinu sa

približno istom strukturom prorednog etata, dok je proreda u 8. godini (Pudar, 1986) ostvarila veću količinu i povoljniju sortimentu strukturu prorednog etata u odnosu na naša istraživanja.

Poređenjem vrednosti sortimenata dobijenih proredom u proučavanom zasadu sa direktnim troškovima seče, izrade i privlačenja sortimenata prorednog etata i razlikom troškova osnivanja i prethodne nege zasada, u odnosu na zasad osnovan sa razmakom sadnje 7×7 m, dobija se pozitivan bilans što ukazuje na opravdanost proredne seče sa ekonomskog aspekta.

Rezultati istraživanja ukazuju na opravdanost da se prorede u zasadima topola tretiraju i kao biološka i kao ekonomska kategorija. Sa biološkog stanovišta očekuje se ubrzanje rasta preostalih, fenotipski bolje formiranih stabala i postizanje proizvodnog optimuma posle prorede. Kao ekonomska kategorija proredama se realizuje prethodni prinos, pri čemu se podrazumeva da sortimenti iz prorednog etata pokriju troškove seče i osnivanja zasada sa većim brojem stabala, što je u navedenom okviru i potvrđeno.

5. ZAKLJUČCI

U zasadu topole klona B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.), na zemljištu tipu fluvisol, varijetet dvoslojno sa fosilnim zemljištem na lesionaluvijumu reke Save, koji je osnovan pri razmaku sadnje 5×5 m, odnosno 400 stabala·ha⁻¹, nakon 8 godina od osnivanja primenjena je proreda selektivnog karaktera. U okviru kvadratnog rasporeda stabala izdvojena su fenotipski bolje formirana stabla u broju koji definiše prosečni razmak stabala od 7×7 m, odnosno 204 stabla·ha⁻¹ i uklonjeni su im najznačajniji konkurenti, kao i uzgojno neperspektivna stabla. Na osnovu rezultata uporednih istraživanja na proređenim i neproređenim površinama u oglednom zasadu u 8. godini mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Razvoj srednjih sastojinskih i dominantnih stabala ukazao je da je istraživano stanište srednje povoljno za uzgoj klona B-229;
- Konstruisane zapreminske linije, dobijene na osnovu detaljnog premera stabala iz prorednog etata, imaju visok koeficijent determinacije te se mogu smatrati pogodnim za procenu zapremina stabala u istraživanom zasadu;
- Proredom je uklonjeno 169 stabala po hektaru (45,3%), 6,56 m²·ha⁻¹ (37,2%), 57,27 m³·ha⁻¹ (36,3%) što predstavlja jak zahvat;
- Srednji prečnik doznačenih stabala iznosio je 84,4% od srednjeg prečnika preostalih stabala što ukazuje da je proreda imala karakter niske prorede;
- Upoređenjem elemenata rasta zasada, srednjih veličina prečnika i visina, kao i visinske i debljinske strukture kolektiva doznačenih stabala, sa jedne strane, i kolektiva preostalih stabala, sa druge, potvrđeno je da se oni značajno razlikuju, što ukazuje da se primenjeni uzgojni tretman razlikuje od šematske prorede;
- Veličina prorednog etata selektivne prorede od 57,27 m³·ha⁻¹ niža je za 15% od veličine prorednog etata koje daju šematske prorede u zasadima klona I-214, na srednje i manje povoljnim staništima u istoj starosti pri skoro 40% većem broju stabala pri osnivanju. Međutim, sortimentna struktura prorednog etata selektivne prorede je povoljnija i daje 32,3% tehničkog drveta, 46,3% celuloznog drveta i 21,4% drvnog ostatka (otpada);

- Poređenjem vrednosti sortimenata dobijenih proredom sa direktnim troškovima seče, izrade i privlačenja sortimenata prorednog etata i razlikom troškova osnivanja i prethodne nege zasada, u odnosu na zasad osnovan sa razmakom sadnje 7×7 m, dobija se pozitivan bilans što ukazuje na opravdanost proredne seče sa ekonomskog aspekta.

Rezultati istraživanja ukazuju na opravdanost da se prorede u zasadima topola tretiraju i kao biološka i kao ekonomska kategorija. Sa biološkog stanovišta očekuje se ubrzanje rasta preostalih, fenotipski bolje formiranih stabala i postizanje proizvodnog optimuma posle prorede. Kao ekonomska kategorija proredama se realizuje prethodni prinos, pri čemu se podrazumeva da sortimenti iz prorednog etata pokriju troškove seče i osnivanja zasada sa većim brojem stabala, što je u navedenom okviru i potvrđeno.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014. godine.

6. LITERATURA

- Andrašev S., Rončević S., Kovačević B., (2005): Proizvodnost zasada selekcionisanih klonova crnih topola. Šumarstvo, 1-2: 49-58, Beograd.
- Andrašev S., (2008): Razvojno proizvodne karakteristike selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* DUBY) u gornjem i srednjem Podunavlju. Disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, p. 427.
- Andrašev S., Rončević S., Ivanišević B., Vučković M., Bobinac M., (2011): Elementi rasta stabala i izgrađenost zasada bele vrbe (*Salix alba* L.) na staništu lužnjaka i poljskog jasena u Donjem Sremu. Topola, 187/188: 35-52, Novi Sad.
- Banković S., Jović D., Medarević M., (1992): Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Srbije. Javno preduzeće „Srbijašume“, Beograd. p. 127.
- Ivanišević P., Grbić J., (1992): Rezultati proučavanja zemljišta u šumama mekih lišćara. Institut za topolarstvo, rukupis, 1-34, Novi Sad.
- Ivanišević P., Galić Z., Pekeč S., Rončević S., Andrašev S. (2010): Zavisnost strukture drvnih sortimenata topola na kraju proizvodnog ciklusa od svojstava zemljišta i tehnologije gajenja, Topola, 185/186: 113-125, Novi Sad.
- Krinard R.M., Johnson R.L. (1980): Fifteen years of cottonwood plantation growth and yield. South. J. Appl. For. 4(4):180–185.
- Marković J., (1986): Zasadi topola i vrba. Ur. Guzina, V., Topole i vrbe u Jugoslaviji, Institut za topolarstvo, Novi Sad. (36-43).
- Marković J., Pudar Z., Rončević S., (1994): Efekti proreda u nekim zasadima topola. Zbornik radova sa zaključcima savetovanja ‘Uzgojno-biološki i ekonomski značaj proreda u šumskim kulturama i mladim šumama’. Javno preduzeće za gazdovanje šumama ‘Srbijašume’, Beograd. (107-122).

- Marković J., Rončević S., Andrašev S. (1997a): Osnovne karakteristike razvoja nekih novih klonskih sorata topola. *Savremena poljoprivreda* 3-4: 124-130.
- Marković J., Rončević S., Pudar Z. (1997b): Izbor razmaka sadnje pri osnivanju zasada topola. *Topola* 159-/160: 7-28.
- Marković J., Rončević S., Andrašev S., (1998): Poplar biomass production depending on the clone and planting space. 10th European Conference and Technology Exhibition 'Biomass for Energy and Industry', Würzburg. Proceedings 1078-1081.
- Marković J., Rončević S., Andrašev S., (2001): Effect of plantation density on the production of poplar biomass *Populus deltoides* Bartr. Third Balkan Conference 'Study, conservation and utilisation of the forest resources' Sofia. Conference Proceedings, Vol I: 435-443.
- Pap P., Stojnić S., Vasić V., Janjatović G., Obućina Z. (2009): Proizvodnja i zaštita topola u rasadnicima i matičnjacima Šumskog gazdinstva "Sremska Mitrovica" u periodu 2003-2008. godine. *Šumarstvo*, 3-4: 153-168, Beograd.
- Pudar Z. (1985): Uticaj staništa i gustine zasada na ekonomske efekte reprodukcije u topolarstvu, Knjiga 16, p.p. 223- 242, Institut za topolarstvo; Novi Sad.
- Pudar Z. (1986): Ekonomski aspekti proizvodnje drveta topole, *Populus × euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214 u zasadima različite gustine. *Radovi Instituta za topolarstvo*, 17: 1-121, Novi Sad.
- Stanturf J.A., van Oosten C., Netzer D.A., Coleman M.D., Portwood C.J. (2001): Ecology and silviculture of poplar plantations. In *Poplar Culture in North America. Part A, Chapter 5*. Edited by D.I. Dickmann, J.G. Isebrands, J.E. Eckenwalder, and J. Richardson. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON KIA OR6, Canada. pp. 153-206.
- 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. (1980): Osobine aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za taksacione elemente *Populus × euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214, Knjiga 10, p. 267, Institut za topolarstvo; Novi Sad.

Summary

PROPERTIES OF THINNING APPLIED TO A STAND OF POPLAR CLONE B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) ESTABLISHED IN LOWER SREM

by

Andrašev, S., Bobinac, M., Rončević S., Stajić, B., Janjatović, G.

Studies were done in a trial stand of poplar clone B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) established with one-year old nursery plants, type 1/1, at a planting distance of 5×5 m in a connection square system on fluvisol soil, var. double-layer on fossil soil (raked humogley on loess-alluvium). The stand is located in the region of Forest Holding of Sremska Mitrovica in Management Unit „Čenjin-Obreške širine“, department 13b ($\varphi_n = 44^{\circ}42'13''$, $\lambda_e = 19^{\circ}57'28''$).

Eight years after stand establishment a trial field was divided into the form of three blocks with two trial surfaces of 0,1225 ha each, mutually separated by one, so called "protective" row. All trees on the trial surfaces were given numbers and two cross diameters at breast height and heights were measured. The purpose of thinning carried out in each block on one trial surface (OP-E) was to cut 50% of trees, i.e. to increase the distance between the trees to approx. 7×7 m (204 trees·ha⁻¹) on average. At the time of thinning the separation into so called „perspective trees“ in a number corresponding to an average distance of 7×7 m, i.e. 204 trees·ha⁻¹, and removal of adjacent trees considered as their most prominent competitors, were first approached. Due to the presence of non-perspective trees and trees with retarded growth caused mostly by subsequent gap filling in the stand and two years after planting, these trees were removed. The remaining three trial surfaces were controls (OP-K).

In each replication tree samples were taken for dendrometric analysis, one dominant ($d_{20\%}$) and one medium tree per cross section (d_g). Assigned trees on OP-E were cut and measured using section method aimed at constructing the volume line. Total of 40 trees randomly chosen from the allowable cut in the thinning present in all degrees of thickness were measured.

Previous development of mean stand and dominant trees indicated that studied habitat was the medium favorable for cultivation of clone B-229. Current increment of diameter, height and volume in the eighth year were in the phase of intensive growth, at the time when volume increment did not reach its culmination point (Graphs 1-3).

Constructed volume lines obtained based on detailed measurements of trees from the allowable cut in the thinning, had a high coefficient of determination, and could be considered appropriate for estimation of tree volume in the studied stand.

By applied the thinning technique, which had the character of low thinning, some 169 trees·ha⁻¹ (45,3%), 6,56 m²·ha⁻¹ (37,2%) of basal areas and 57,27 m³·ha⁻¹ (36,3%) of total area were removed, which was considered a strong grip. Significant separation of the the group of the assigned trees from the group of the remaining trees according to elements of tree and stand growth, as well as the height and diameter structures indicated that the thinning significantly differed from the schematic diagram of typical thinning.

Value of the potential structure assortment of the allowable cut in the thinning of 18,52 m³·ha⁻¹ of the logs intended for cutting, class II, and 26,53 m³·ha⁻¹ of cellulose wood provided positive balance in comparison to the direct costs of tree felling and transport of the allowable cut in the thinning and higher dense (5×5 m) afforestation costs compared to the planting distance of 7×7 m, indicating that the thinning was justified from the economic aspects.

Research results indicated that thinning in poplar stands should be considered both as biological and economic category. From the biological point of view the growth of the remaining trees with better phenotypic characteristics and achievement of the production optimum after thinning were expected. Thinning as the economic category was used to realize the previous yield, meaning that the assortments from the allowable cut in the thinning should cover the costs of felling and establishment of stand with greater number of trees, which was confirmed within the mentioned frame.