

Andrašev S., Vučković M., Bobinac M., Ivanišević P., Stajić B. 2012. *Structural and productive-developmental characteristics of white willow plantations of different density on humoglej in Donji Srem*. Bulletin of the Faculty of Forestry 106: 7-28.

Синиша Андрашев
Миливој Вучковић
Мартин Бобинац
Петар Иванишевић
Бранко Стајић

UDK: 630*52/*56:582.681.81(497.113)
Оригинални научни рад
DOI: 10.2298/GSF1206007A

СТРУКТУРНЕ И РАЗВОЈНО-ПРОИЗВОДНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗАСАДА БЕЛЕ ВРБЕ РАЗЛИЧИТЕ ГУСТИНЕ НА ХУМОГЛЕЈУ У ДОЊЕМ СРЕМУ

Извод: Истраживања су обављена у два засада беле врбе (*Salix alba* L.) у Доњем Срему на земљишту типа хумоглеј (ритска црница) које припада шуми пољског јасена са реткокласим шашем (*Carici remotae – Fraxinetum angustifoliae* Jov. et Tom. 1979). Засади се налазе у истој депресији, при чему је засад ОП-1 старости 21 годину са размаком садње 6×6 m, а засад ОП-2 старости 27 година са размаком садње 3×3 m. Елементи раста стабала на ОП-1 су показали да бела врба при размаку садње 6×6 m у планираној дужини производног циклуса од 25 година може да оствари око 250 m³·ha⁻¹ дрвне запремине са нето учешћем техничког дрвета 80% и целулозног дрвета 20%. Засад на ОП-2 се налази у старости која је знатно изнад оптималне старости са аспекта рационалног газдовања, а укупна запремина у 27 година износи око 300 m³·ha⁻¹, са нето учешћем техничког дрвета од 53,7% и целулозног дрвета 46,3%.

Кључне речи: бела врба, хумоглеј, густина садње, раст стабала, структура засада.

др Синиша Андрашев, научни сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад (andrasev@uns.ac.rs)

др Петар Иванишевић, научни сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад

др Миливој Вучковић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

др Мартин Бобинац, ванредни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

др Бранко Стајић, доцент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

STRUCTURAL AND PRODUCTIVE-DEVELOPMENTAL CHARACTERISTICS OF WHITE WILLOW PLANTATIONS OF DIFFERENT DENSITY ON HUMOGLEY IN DONJI SREM

Abstract: The study was conducted in two plantations of white willow (*Salix alba* L.) in Donji Srem on the humogley soil type (hydromorphic black soil), which belongs to a narrow-leaved ash forest with remote sedge (*Carici remotae - Fraxinetum angustifoliae* Jov. et Tom., 1979). The plantations are located in the same depression. The SP (sample plot)-1 plantation is 21 years old with a 6×6 m planting spacing, and the SP-2 plantation is 27 years old with a 3×3m planting spacing. Elements of stem growth in the SP-1 plantation showed that with the white willow planting spacing of 6×6 m and a planned 25-year production cycle it is possible to obtain about 250 m³·ha⁻¹ of timber volume, with an 80% net share of technical wood and a 20 % share of pulp wood. The plantation in SP-2 is at the age, which is well above the optimum age in terms of rational management, and the total volume at the age of 27 years is about 300 m³·ha⁻¹, with a 53.7% net share of technical wood and a 46.3% share of pulpwood.

Keywords: white willow, humogley, planting density, stem growth, plantation structure.

1. УВОД

Бела врба (*Salix alba* L.) је аутохтона врста дрвећа која се природно јавља у заједницама уз речне водотоке, на површинама са изразитим суфицитним влажењем плавном и подземном водом. Шума беле врбе у Равном Срему (*Salicetum albae* Issler 1926) заступљена је у две еколошке варијанте: а) subass. *typicum* заступљена само у доњем Срему на алувијалним парарендинама у приобаљу Саве; б) subass. *mag-nocaricetosum*, на β-глеју, знатно је шире распрострањена и синдинамски повезана са жбунастом заједницом барске иве, која јој претходи. Нешто је удаљенија од водотока, чешће у притерасном делу, али и у микродепресијама средишњих делова поплавног басена, у које поплавна вода успорено продире и доноси врло мало суспендованих честица (Томић, 2010; Bobinaс, 2011). Од укупне шумом обрасле површине у Равном Срему, од 38.273,15 ha, шуме беле врбе се налазе на површини од 348,30 ha или 0,9% (Ivanišević i Knežević, 2008).

Интензивније подизање засада меких лишћара (топола и беле врбе) на подручју Равног Срема омогућено је различитим подстицајним мерама државе у циљу повећања сировинске базе за дрвно-прерађивачку индустрију, посебно индустрију целулозе и папира. Засади меких лишћара су подизани на пашњацима и након крчења девастираних природних састојина врба и топола, али и природних састојина тврдих лишћара. На тај начин оснивани су засади на неколико десетина, па и више стотина хектара на земљиштима са великом варијабилношћу својстава на малом простору (Živanov, 1982). Карактеристичан пример је формирање преко 2.100 ha јединственог шумског комплекса у Купинском куту на коме су након спровеђења мелиоративних радова подизани засади меких лишћара (Plavšić,

1967; Janjatović *et al.*, 2001; Janjatović, 2005). Вештачки подигнути засади еуроамеричких топола и беле врбе, на стаништима црне и беле тополе, пољског јасена и лужњака су у Равном Срему заступљени на површини од 4.583,93 ha (Ivanišević i Knežević, 2008).

Оснивање засада беле врбе у Равном Срему, углавном, се одвијало у склопу пошумљавања хибридним тополама на већим површинама, при чему се услед велике варијабилности алувијалних земљишта на малом простору прибегавало решењу које је подразумевало пошумљавање белом врбом на нижим хидрографским положајима (површине некадашњих меандара реке Саве, који у рељефном смислу представљају микродепресије, или тзв. „нине“). Размак садње је износио најчешће 3×3 m, при коме је била планирана прореда у старости засада 8-10 година, а ређе 4×4 m, 4,25×4,25 m, 5×5 m и ретко 6×6 m. Садња је обављана садницама типа 1/1, тзв. „нормалном“ садњом, или садницама типа 1/0 и 2/0 садњом „под шило“, у зависности од услова станишта, пре свега влажности земљишта.

Досадашња истраживања у засадима беле врбе у Равном Срему указала су на разлике у структурним и развојно-производним карактеристикама засада у зависности од влажности станишта (Andrašev *et al.*, 2011). На значај размака садње на структурне и развојно-производне карактеристике у засадима врба указали су Marković, (1982); Marković *et al.*, (1987); Krstinić *et al.*, (1990), Vučković i Stajić, (2005).

Циљ истраживања у овом раду је да се проуче структурне и развојно-производне карактеристике два засада беле врбе која су основана са значајно различитим бројем стабала по хектару на станишту монодоминантне шуме пољског јасена (*Carici remotae - Fraxinetum angustifoliae* Jov. et Tom. 1979) на хумоглеју у Доњем Срему.

2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

Истраживања су обављена у два засада беле врбе (*Salix alba* L.) који се налазе у Г. Ј. „Грабовачко-Витојевачко острво“, одељење 48, одсек ц (ОП-1: $\varphi = 44^{\circ}45'29,0''$, $\lambda = 19^{\circ}51'22,2''$) и одељење 52, одсек е (ОП-2: $\varphi = 44^{\circ}45'28,2''$, $\lambda = 19^{\circ}51'26,8''$). Засади су основани садницама типа 1/1 са ретким размаком садње 6×6 m (ОП-1) и густим размаком садње 3×3 m (ОП-2) у истој депресији која је раздвојена на два дела изградњом тврдог камионског пута.

За истраживање су издвојене две огледне површине у добро склопљеним деловима засада, једна у засаду старом 21 годину (ОП-1), а друга у засаду старом 27 година (ОП-2). Величина огледних површина је бирана са циљем да број премерених стабала буде у категорији великог узорка (Надживковић, 1991) и за ОП-1 износи 0,2592 хектара, а за ОП-2 0,081 хектара. На свакој огледној површини је отворен педолошки профил и прикупљени су подаци за дефинисање систематске припадности земљишта.

На огледним површинама сва стабла су нумерисана и премерени су им прсни пречници, висине и дужине крошњи. При премеру, сваком стаблу процењен је биолошки положај (БП), квалитет дебла (КД) и степен слободе положаја крошње (СК) на основу класификације Assmanna (Stamenković i Vučković, 1988).

За процену интензитета оштећености крошњи (ОК) коришћена је класификација са степенима 0–4 (0 – губитак лисне масе до 10%, 1 – губитак лисне масе 11–25%, 2 – губитак лисне масе 26–60%, 3 – губитак лисне масе 61–99%, 4 – губитак лисне масе 100%) у односу на локално референтно стабло.

За оцену унутрашње изграђености засада коришћени су нумерички показатељи: аритметичка средина, стандардна девијација, коефицијент варијације, минимум, максимум, варијациона ширина, коефицијент асиметрије и коефицијент спљоштености (Stamenković i Vučković, 1988). Моделовање везе зависности висина од пречника стабала (висинске криве) добијене су уз помоћ функције Михајлова и Richardsa. Запремина засада је добијена на основу двоулазних запреминских таблица по Cestar i Kovačić (1979).

У сваком огледном засаду оборено је једно средње (d_g) и једно доминантно стабло по темељници (D_g – просек 20% најдебљих стабала) и извршено је узимање узорака (котурова) за детаљну анализу стабла. Након сушења и глачања кортурова извршено је читавање годишњих прстенова прираста са висина 0,3 m, 1,3 m, 3,3 m и тако редом до врха стабла.

У циљу испитивања везе ширине года и падавина у вегетационом периоду коришћени су подаци са метеоролошке станице Сремска Митровица.

Моделовање раста стабала (веза елемената раста и старости) извршено је уз помоћ функције Hossfelda.

Анализирана средња стабла омогућила су добијање изводнице вретена стабла без коре у циљу налажења потенцијалне сортиментне структуре. У циљу конструкције модела изводнице дебла коришћен је полином петог степена, који је послужио да се добије удео сортимената у деблу. Детаљан опис коришћеног метода описан је у раду Andrašev *et al.*, (2005).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Карактеристике станишта



Морфологија земљишног профила и опис приказани су у табели 1. Према класификацији Škorić *et al.*, (1985) земљиште припада типу хумоглеј (ритска црница). Стратиграфска грађа профила на ОП-1 је: $A_a-G_{so}-G_r$, а на ОП-2 је: $A_a-A_b-G_{so}-G_{so}-G_r$. Дубина подземне воде је била 120 cm (септембар, 2011.). По Wilde-y (1962) оваква земљишта се могу означити са *еколошки β-β/γ глеј*. Огледна поља у истраживаним засадима се налазе у депресији на међусобној удаљености око 150 m и из табела 1 се може уочити мања разлика у унутрашњој морфологији

и стратиграфској грађи земљишног профила, што је очекивано за алувијална земљишта (Živanov, 1980, 1982).

На основу сакупљених података и њиховог поређења са претходним комплексним истраживањима у шумама Равног Срема (Jović *et al.*, 1991, 1994) може се закључити да станиште припада типу шуме пољског јасена са реткокласим шашем (*Carici remotae – Fraxinetum angustifoliae*) на ритској црници са еколошким особинама β/γ глеја, шифра типа 51 (III/2) (1992)

Табела 1. Морфолошки опис земљишта на ОП-1 и ОП-2

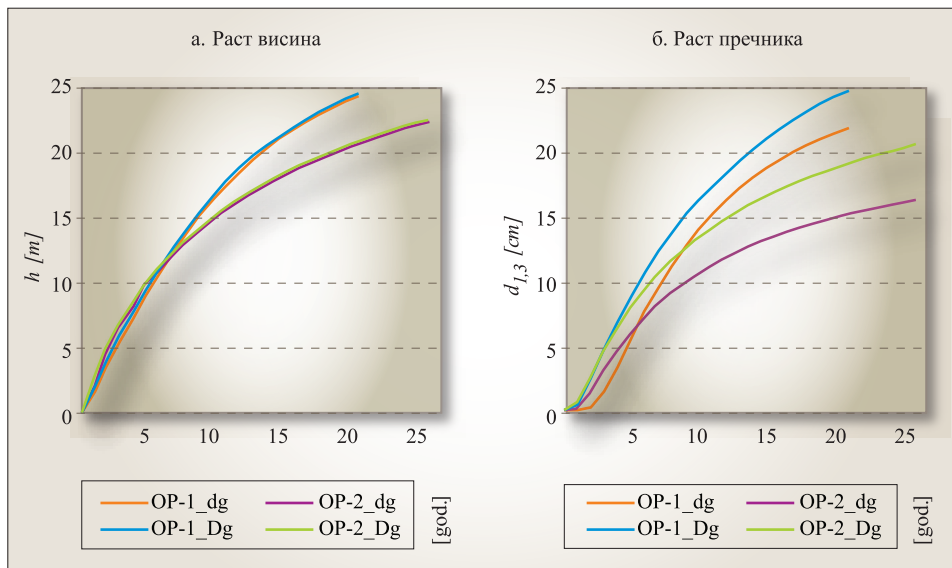
Table 1. Morphological description of soils in SP-1 and SP-2

ОП-1 SP-1	
	<p>A_a (0-60 cm): у првих 10 cm рецентни глиновити нанос, испод рђаста црна глина, са љуштурицама пужа, хумозна, вертикално пуца, овде главна маса корења</p> <p>A_a (0-60 cm): in the first 10cm - recent clay sediment; below that layer – rusty black clay, with snail shells, humous, vertically cracked with the main root mass.</p> <p>G_{so} (60-90 cm): у основи сива глина, дуж пукотина продире корење</p> <p>G_{so} (60-90 cm): basically gray clay with roots penetrating along the cracks.</p> <p>G_r (>90 cm): сиво плава глина, глеј</p> <p>G_r (>90 cm): gray blue clay, gley</p>
ОП-2 SP-2	
	<p>A_a (0-30 cm): рђаста глиновита иловача, са љуштурицама пужа, овде главна маса корења</p> <p>A_a (0-30 cm): rusty clay loam with snail shells and the main root mass.</p> <p>A_b (30-85 cm): фосилни А хоризонт ритске црнице, у основи сива глина, прорасла корењем</p> <p>A_b (30-85 cm): Fossil A horizon of hydromorphic black soil, with the base of gray clay with roots growing through.</p> <p>G_{so} (85-115 cm): сиво плава глина, глеј</p> <p>G_{so} (85-115 cm): gray blue clay, gley</p>

3.2. Раст и прираст средњих и доминантних стабала

3.2.1. Раст висина

Средња и доминантна стабла у истраживаним засадама се карактеришу брзим растом висина у почетном периоду. Већ од 7-8. године у засаду веће густине



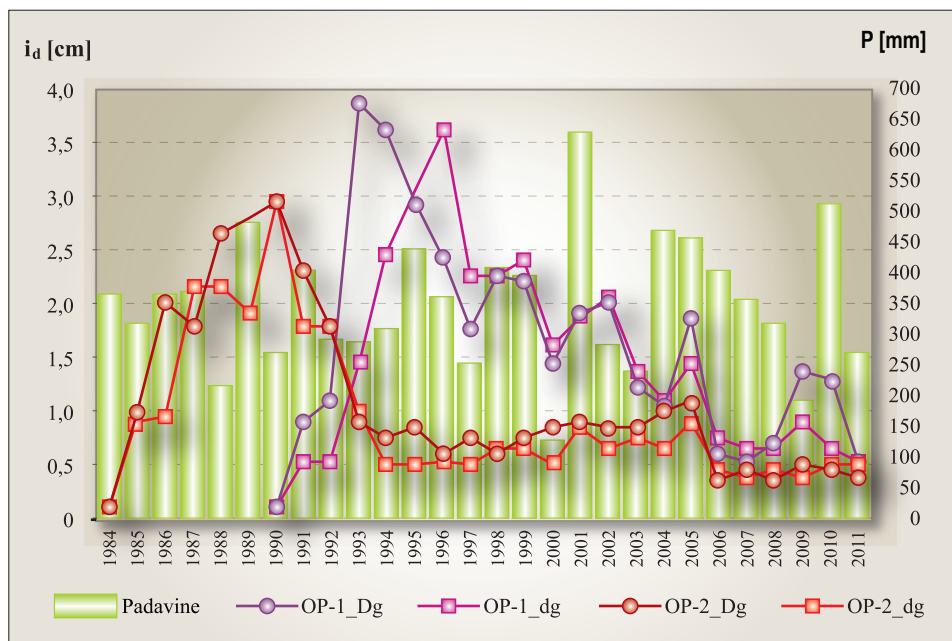
Графикон 1. Раст у висину и дебљину средњег састојинског и доминантног стабла
Diagram 1. Growths in height and width of mean and dominant stems in a stand

долази до умањења висинског раста код обе анализиране категорије стабала. У 20. години разлика у висинама износи и до 4 m, мада се оба засада налазе на истом типу земљишта, истом рељефном облику (депресија, „низа“) и на међусобној удаљености око 150 m (графикон 1а).

3.2.2. Раст и прираст пречника

Раст прсних пречника доминантних стабала је идентичан у прве три године, независно од густине засада. Значајније раздвајање кривих раста прсних пречника наступа после 5-6 година код доминантних стабала и после 6-7 година код средњих стабала. У 20. години прсни пречник доминантног стабла у засаду ретке садње већи је за 8,1 cm, а средњег стабла за 9 cm, у односу на засад основан у густом размаку садње (графикон 1б).

Текући прираст пречника је кулминирао у почетном периоду од треће до шесте године, са износом од преко 3,5 cm у засаду ретке садње, до близу 3,0 cm у засаду густе садње. Након периода кулминације текући годишњи прираст пречника нагло опада код засада густе садње. Карактеристичан је уједначен дебљински прираст код обе анализиране категорије стабала у засаду са густом садњом, који се задржава на приближно истом нивоу, уз мало варирање, до краја истраживаног периода од 27 година. Међутим, код засада ретке садње текући прираст пречника после кулминације постепено опада са већим варирањем у појединим годинама (графикон 2).



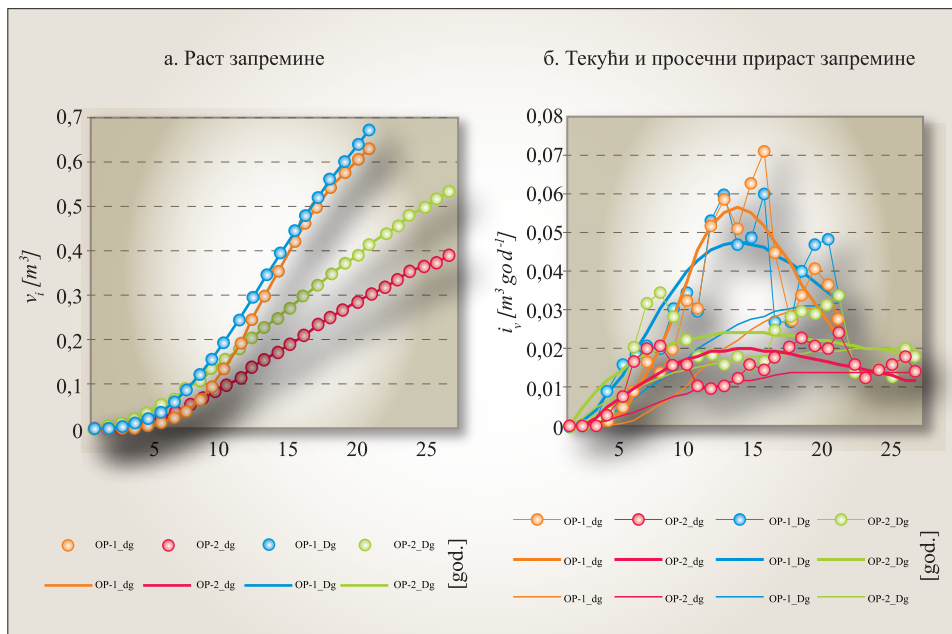
Графикон 2. Дебљински прираст средњих и доминантних стабала у истраживаним огледним засадама, као и количина падавина у вегетационом периоду за С. Митровицу
Diagram 2. Diameter increment of mean and dominant stems in the investigated experimental plantations, as well as the amount of rainfall in the growing season for the town of S. Mitrovica

Са графикана 2 се види да текући годишњи прирасти пречника средњих и доминантних стабала на огледним пољима нису у јасној корелацији са падавинама у вегетационом периоду, што потврђује закључак Неркеа, (1979); Živanova, (1980); Ivaniševića *et al.*, (2005), да код засада беле врбе доминантни утицај нема падавински режим, већ хидролошки режим реке са поплавном и подземном водом.

3.2.3. Раст и прираст запремине

У првих 8-9 година запремина средњих и доминантних стабала била је готово идентична и независна од густине засада. Након тога долази до наглог раздвајања запремине стабала у зависности од густине засада. У 20. години код засада ретке садње запремина средњег стабла је већа за 116%, а доминантног за 79% у односу на засад са густом садњом (графикон 3а).

Након почетног уједначеног тока, текући прираст запремине је већи у 6-7. години код засада са густом садњом у односу на засад ретке садње, за исту (упоредиву) категорију стабала. Кулминација текућег прираста запремине средњег и доминантног стабла наступила је код засада са густом садњом у 7. години, а код засада ретке садње у 15. години, са двоструко већим износом у односу на засад



Графикон 3. Раст и текући и просечни прираст запремине средњих стабала у истраживаним засадима

Diagram 3. Growth and current and average volume increment of mean stems in the investigated plantations

са густом садњом. Текући прираст након кулминације нагло опада код засада обе густине. Након тога, код засада са густом садњом текући прираст запремине има уједначен ток, а касније и повећање у 18. (средње) и у 21. години (доминантно стабло), уз уједначене износе текућих прираста (графикон 3б).

Моделу текућег прираста запремине на ОП-1 код доминантног и средњег стабла, у значајној мери прате варирања текућег прираста у појединим годинама, а време и износ кулминације је адекватан емпиријским подацима.

3.3 Елементи раста стабала и засада на крају истраживања

У старости засада беле врбе 21 (ОП-1) и 27 година (ОП-2) средње висине по Логају (h_c) су износиле 22,0 m (ОП-2) и 23,2 m (ОП-1), а висине 20% најдебљих стабала су износиле 22,5 m (ОП-2) и 23,8 m (ОП-1). Дужине крошњи су веће на ОП-1 (20,35 m) у односу на ОП-2 (17,05 m) (табела 2).

Средњи прсни пречник на ОП-1 у старости 21 година је износио 33,8 cm, док је на ОП-2 у старости 27 година био 26,7 cm, што је мања величина за 7,1 cm у односу на млађу састојину. Доминантни пречник је износио 40,4 cm на ОП-1, а на ОП-2 32,8 cm.

Табела 2. Елементи раста стабала и засада
Table 2. Elements of stem and plantation growth

Огледно поље Sample plot	H_g^1 [m]	h_L [m]	l_k [m]	D_g [cm]	d_g [cm]	N [stab.×ha ⁻¹]	G [m ² ×ha ⁻¹]	V [m ³ ×ha ⁻¹]	I_{Vp} [m ³ ×ha ⁻¹ ×god ⁻¹]
ОП-1 SP-1	23,82	23,22	20,35	40,4	33,8	239	21,45	223,55	10,65
ОП-2 SP-2	22,47	21,98	17,05	32,8	26,7	543	30,37	302,67	11,21

Легенда / Legend: H_g^1 - висина 20% најдебљих стабала у засаду/Height of the 20% of the thickest stems in the plantation, h_L - средња висина по Лоражу/Mean Lore's height, D_g - средњи пречник по темељници од 20% најдебљих стабала/Mean quadratic diameter of the thickest stems (20%), d_g - средњи прсни пречник по темељници/Mean quadratic diameter at breast height at the basal area, N - број стабала по хектару/Number of stems per hectare, G - темељница по хектару/Basal area per hectare, V - запремина по хектару/ Volume per hectare, I_{Vp} - просечан запремински прираст по хектару/Average volume increment per hectare

У огледном засаду ОП-1 утврђено је након 21 годину 239 стабала по хектару, односно преживљавање је износило 86%. На ОП-2 преживљавање је знатно мање и износило је 48,9%, односно у огледном засаду у 27. години је евидентирано 543 стабла по хектару.

Укупна темељница износила је 21,45 m²·ha⁻¹ на ОП-1, а 30,37 m²·ha⁻¹ на ОП-2 (табела 2).

Запремина по хектару је износила 223,5 m³·ha⁻¹ на ОП-1 и 302,7 m³·ha⁻¹ на ОП-2. Просечан запремински прираст је уједначен на обе огледне површине и износио је од 10,65 до 11,21 m³·ha⁻¹·god⁻¹ (табела 2).

3.4. Структурне карактеристике засада

3.4.1. Нумерички показатељи висинске и дебљинске структуре

Нумерички показатељи висинске структуре приказани су у табели 3. На ОП-1 су утврђене, у просеку за 1,6 m, веће аритметички средње висине у односу на ОП-2. Варијабилност елемената висинске структуре је знатно већа на ОП-2 у односу на ОП-1. На оба поља су утврђене максималне висине од 25,6 до 26,5 m, док су минималне висине веће на ОП-1 (18,6 m) у односу на ОП-2 (10,9 m). У оба засада је изражена лева асиметрија и лептокуртичан распоред висинске структуре, при чему је на ОП-2 асиметрија и лептокуртичаност знатно већа у односу на ОП-1.

Сумарне криве висинске структуре (графикон 4а) показују да је 70% стабала на ОП-1 остварило веће висине у односу на ОП-2.

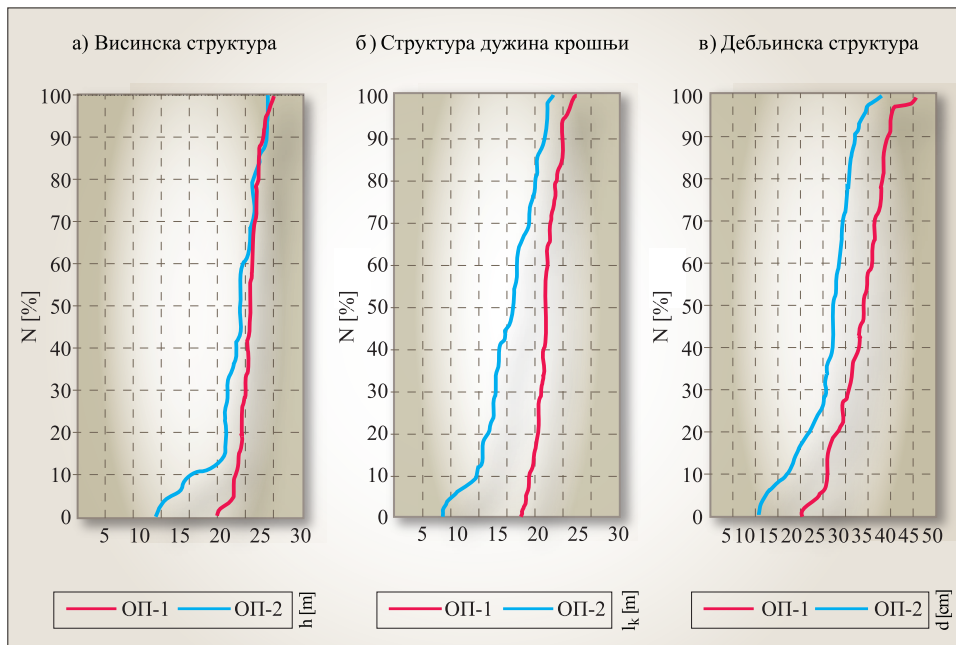
Нумерички показатељи структуре дужина крошњи показују да су на ОП-1 средње дужине крошњи веће за 3,3 m у односу на ОП-2. Карактеристична је знатно већа варијабилност дужина крошњи, исказана стандардном девијацијом (2,5 пута

је већа) и коефицијентом варијације (преко 3 пута је већа) на ОП-2, у односу на ОП-1. На ОП-1 асиметрија дужина крошњи је слабо десна, а на ОП-2 слабо лева, док је на обе огледне површине утврђен платикуртичан распоред структура дужина крошњи (табела 4).

Табела 3. Нумерички показатељи висинске структуре
Table 3. Numerical indicators of height structure

Огледно поље Sample plot	n	h_a	s_d	c_v	h_{min}	h_{max}	v_{ξ}	α_3	α_4
	[стаб.]	[m]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]		
ОП-1 SP-1	62	22,96	1,37	6,0	18,6	26,5	7,9	-0,307	3,921
ОП-2 SP-2	44	21,35	3,33	15,6	10,9	25,6	14,7	-1,375	5,021

Легенда / Legend: n - број стабала на огледном пољу/Number of stems in a sample plot, h_a - аритметичка средина висина/Arithmetic mean of heights, s_d - стандардна девијација/Standard deviation, c_v - коефицијент варијације/Coefficient of variation, h_{min} - минимална висина/Minimum height, h_{max} - максимална висина/Maximum height, v_{ξ} - варијациона ширина/Variation width, α_3 - коефицијент асиметрије/Coefficient of skewness, α_4 - коефицијент спљоштености/Coefficient of kurtosis



Графикон 4. Сумарне криве висинске и дебљинске структуре и структуре дужина крошњи
Diagram 4. Summary curves of height and diameter structure and crown length structure

Табела 4. Нумерички показатељи структуре дужина крошњи

Table 4. Numerical indicators of crown lengths structure

Огледно поље Sample plot	n	$l_{k\ a}$	s_d	c_v	$l_{k\ min}$	$l_{k\ max}$	v_{ξ}	α_3	α_4
	[стаб.]	[m]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]		
ОП-1 SP-1	62	20,35	1,568	7,7	17,1	24,1	7	0,194	2,645
ОП-2 SP-2	44	17,05	4,155	24,4	6,8	23,1	16,3	-0,416	2,333

Легенда / Legend: n - број стабала на огледном пољу/Number of stems in a sample plot, $l_{k\ a}$ - аритметичка средина дужина крошњи/Arithmetic mean of crown lengths, s_d - стандардна девијација/Standard deviation, c_v - коефицијент варијације/Coefficient of variation, $l_{k\ min}$ - минимална дужина крошње/Minimum crown length, $l_{k\ max}$ - максимална дужина крошње/Maximum crown length, v_{ξ} - варијациона ширина/Variation width, α_3 - коефицијент асиметрије/Coefficient of skewness, α_4 - коефицијент спљоштености/Coefficient of kurtosis

На ОП-1 утврђен је аритметички средњи прсни пречник од 33,3 cm, док је на ОП-2 утврђен у просеку мањи средњи прсни пречник за 7,2 cm. На оба огледна поља утврђена је врло блиска величина стандардне девијације, док је варијабилност већа на ОП-2 због мањег средњег пречника и налази се у границама које су утврђене у засадима меких лишћара (Andrašev, 2008). На оба огледна поља утврђена је слична варијациона ширина пречника од 25,4 и 27,2 cm. Асиметрија је слабо лева (ОП-1) до лева (ОП-2), док је на ОП-1 утврђена слабо платикуртична расподела, а на ОП-2 слабо лептокуртична расподела (табела 5).

На графикону 4в су приказане сумарне криве дебљинске структуре на истраживаним огледним пољима. Са графикона се може уочити разлика у положају сумарних кривих, док им је облик сличан.

Табела 5. Нумерички показатељи дебљинске структуре

Table 5. Numerical indicators of diameter structure

Огледно поље Sample plot	n	d_a	s_d	c_v	d_{min}	d_{max}	v_{ξ}	α_3	α_4
	[стаб.]	[cm]	[cm]	[%]	[cm]	[cm]	[cm]		
ОП-1 SP-1	62	33,3	5,59	16,8	20,7	46,1	25,4	-0,254	2,607
ОП-2 SP-2	44	26,1	5,59	21,4	11,6	38,8	27,2	-0,523	3,371

Легенда / Legend: n - број стабала на огледном пољу/Number of stems in a sample plot, d_a - аритметичка средина прских пречника/Arithmetic mean of diameters at breast height, s_d - стандардна девијација/Standard deviation, c_v - коефицијент варијације/Coefficient of variation, d_{min} - минимални пречник/Minimum diameter, d_{max} - максимални пречник/Maximum diameter, v_{ξ} - варијациона ширина/Variation width, α_3 - коефицијент асиметрије/Coefficient of skewness, α_4 - коефицијент спљоштености/ Coefficient of kurtosis

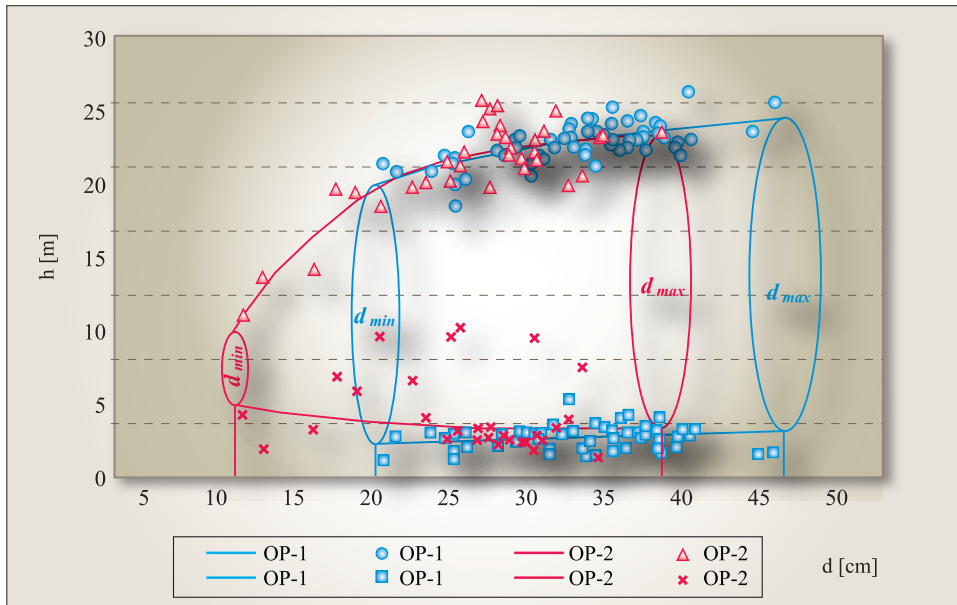
3.4.2. Висинске криве

Висинска крива на ОП-1 нема изражен успон у слабијим дебљинама и померена је у десно за разлику од висинске криве на ОП-2. Облик висинских кривих указује да је на ОП-2 диференцирање стабала по висини и дебљини знатно јаче у односу на ОП-1 (графикон 5).

На ОП-1 је утврђена у просеку мања висина дебла чистог од грана, у односу на ОП-2, нарочито код тањих стабала. Апсолутне и релативне дужине крошњи повећавају се са порастом прских пречника, што је нарочито изражено на ОП-2. На ОП-2 стабла имају мање дужине крошњи, у односу на ОП-1, што се може видети са графикона 5 где су шематски приказане дужине крошњи стабала минималних и максималних пречника.

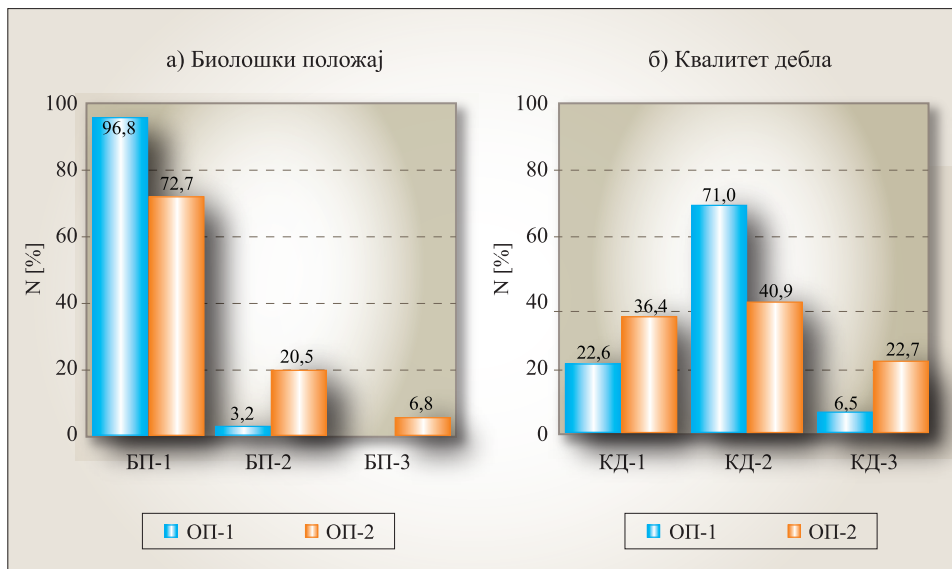
3.4.3. Биолошке класе и квалитет стабала

У проучаваним засадама различито је учешће стабала по биолошком положају. Највећи број стабала у оба засада се налази у I биолошком положају, од 73% на ОП-2, до 97% на ОП-1. У другом биолошком положају се налази 20,5% стабала на ОП-2 и 3% стабала на ОП-1. Док на ОП-1 нема стабала у III биолошком положају, на ОП-2 таквих стабала има близу 7%. Ови подаци указују да је диференцирање стабала услед конкуренције израженије на ОП-2 у односу на ОП-1 (графикон 6а).

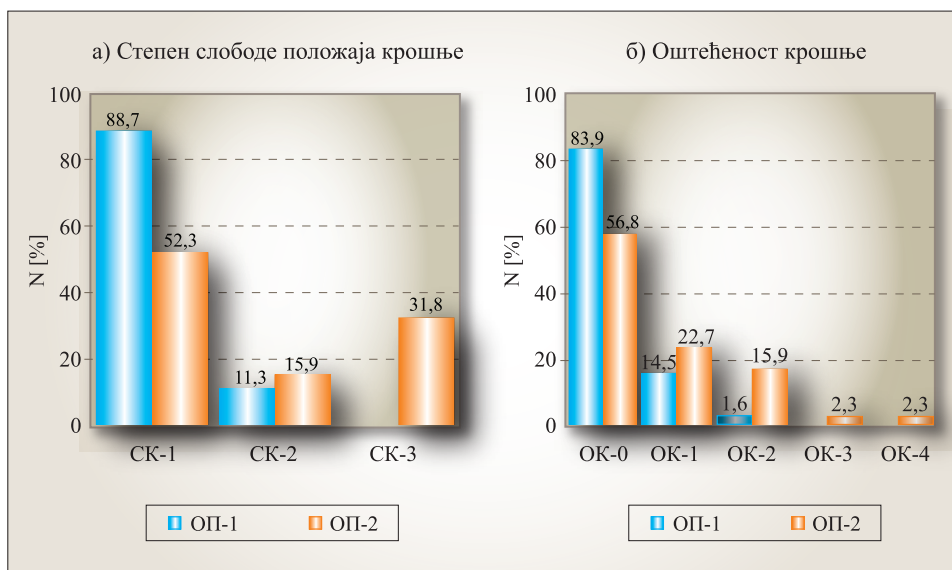


Графикон 5. Висинске криве и криве дужине дебла

Diagram 5. Height curves and stem length curves



Графикон 6. Учешће стабала по биолошком положају и квалитету дебла на огледним пољима
Diagram 6. Percentages of stems in sample plots by biological position and stem quality



Графикон 7. Учешће стабала по степену слободе положаја крошње и оштећености крошње на огледним пољима

Diagram 7. Percentages of stems in the sample plots by the degree of crown position freedom and crown damage

Оцена стабала по „квалитету дебла“ показује да је највеће учешће стабала средњег квалитета (оцена 2), док је учешће стабала са оценом 1 од 23% (ОП-1) до 36% (ОП-2). Значајно учешће стабала са оценом 2 (и 3) квалитета дебла последица је, примарно, неспровођења мера неге у засадима. На ОП-1 на стаблима су присутне, углавном, дебеле гране у доњем делу крошње, које у значајној мери снижавају сортиментну класу која би се добила из доњег, највреднијег дела дебла да су гране уклоњене (графикон 6б).

Највећи број стабала има правилно формирану крошњу (52,3 до 88,7%). Док на ОП-1 стабла са вишестрано стешњеном крошњом нису заступљена, на ОП-2 свако треће стабло припада овом степену слободе положаја крошње (графикон 7а).

На ОП-1 на више од 80% стабала није констатован губитак лисне масе преко 10% крошње, а на ОП-2 код свега 57% стабала. На ОП-1 код 1,6% стабала констатован је губитак лисне масе 26-60%, а на ОП-2 свако пето стабло има губитак лисне масе од 26-60%.

3.5. Потенцијална сортиментна структура

Детаљно анализирана средња стабла по темељници омогућила су да се добије модел изводнице вретена стабла без коре (табела 6). Индекс детерминације (ρ^2) показује високо слагање модела са емпиријским подацима. Упоређење запремине вретена стабала без коре добијене на основу моделоване изводнице са емпиријском запремином показује да су разлике врло мале, испод 1,53% (табела 7).

Табела 6. Параметри изводнице вретена средњег стабла моделованом полиномом V степена и елементи оцене модела

Table 6. Parameters of the generating line of the mean stem form modelled using a 5th degree polynomial and elements of model assessment

	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	s_e	ρ^2
ОП-1 SP-1	0,204004	-0,040475	0,007102	-0,000600	$2,241 \cdot 10^{-5}$	$-3,086 \cdot 10^{-7}$	0,00767	0,9858
ОП-2 SP-2	0,160685	-0,030329	0,005913	-0,000543	$2,131 \cdot 10^{-5}$	$-3,044 \cdot 10^{-7}$	0,00906	0,9730

У табели 8 су приказани прсни пречници и висине оборених средњих стабала, као и запремина дебла, грађевине и укупна запремина стабала на огледним пољима. Такође је приказана запремина засада, добијена по методу средњег стабла, као и потенцијална сортиментна структура.

Анализирано средње стабло по темељници на ОП-1 имало је пречник 33,7 cm, висину 23,45 m и запремину дебла са кором $0,824 \text{ m}^3$, а стабло на ОП-2 имало је пречник 27,4 cm, висину 22,20 m и запремину дебла са кором $0,559 \text{ m}^3$ (табела 8).

Методом средњег састојинског стабла утврђена је запремина засада од $212 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ на ОП-1, а на ОП-2 од $320 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Потенцијална сортиментна структура указује да се на ОП-1 налази $68 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ трупаца за резање I класе или 40% од нето дрвне запремине, док на ОП-2 овај сортимент није заступљен. На ОП-1 сортимент II класа трупаца за резање је заступљен са $65 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ или 40%, а целулозно дрво са нешто преко $35 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ или 20%. На ОП-2 удео сортимента трупаца за резање II класе је већи (53,7%) у односу на сортимент целулозно дрво (46,3%) (табела 8).

Усвајајући актуелне цене сортимената на тржишту (ЈП „Војводинашуме”) потенцијална вредност сортимената засада на ОП-1 износи $4.939 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$, а на ОП-2 износи $6.336 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Табела 7. Поређење запремине вретена средњег стабла добијене на основу моделоване изводнице и емпиријске запремине

Table 7. Comparison of the volume of mean stem form obtained on the basis of a modelled generating line and the empirical volume

	v_{mereno}	v_{model}	Δv	Δv
	$[\text{m}^3]$	$[\text{m}^3]$	$[\text{m}^3]$	$[\%]$
ОП-1 SP-1	0,72088	0,71425	-0,00663	-0,92
ОП-2 SP-2	0,48617	0,47872	-0,00745	-1,53

Табела 8. Елементи запремине средњих стабала и потенцијална сортиментна структура запремине по хектару

Table 8. Elements of volume of mean stems and potential assortment structure of volume per hectare

Огледно поље Sample plot	Елементи раста средњег стабла Elements of growth of a mean stem					Запремина засада Plantation volume						
	$d_{1,3}$	h_t	v_{dsk}	v_{gr}	v_{st}	V_I	V_{II}	V_{cel}	V_{dbk}	V_k	V_{gr}	V_{st}
	$[\text{cm}]$	$[\text{m}]$	$[\text{m}^3]$			$[\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}]$						
ОП-1 SP-1	33,7	23,45	0,824	0,063	0,887	68,07	65,23	35,60	170,71	26,35	14,94	212,00
ОП-2 SP-2	27,4	22,20	0,559	0,030	0,589	-	137,85	118,75	259,95	43,72	16,25	319,92

Легенда / Legend: $d_{1,3}$ - прсни пречник/Diameter at breast height, h_t - висина/Height, v_{dsk} - запремина дебла са кором/Volume of a stem with bark, v_{gr} - запремина грана/ Volume of branches, v_{st} - укупна запремина стабла/Total stem volume, V_I - запремина сортимента трупаца за резање I класе по хектару/Volume of the assortment class I sawlog per hectare, V_{II} - запремина сортимента трупаца за резање II класе по хектару/Volume of the assortment class II sawlog per hectare, V_{cel} - запремина целулозног дрвета по хектару (пречници на деблу између 7 и 20 cm)/Pulp wood volume per hectare (trunk diameters between 7 and 20 cm), V_{dbk} - запремина дебла без коре по хектару/Trunk without bark volume per hectare, V_k - запремина коре по хектару/Volume of bark per hectare, V_{gr} - запремина грана по хектару/Branch volume per hectare, V_{st} - укупна запремина стабала по хектару/Total volume of stems per hectare

4. ДИСКУСИЈА

На основу ранијих проучавања засада меких лишћара на подручју Равног Срема утврђено је да се земљиште типа ритска црница налази на површини од 468,74 ha или 7,92% од укупне површине од 5.915,95 ha (Ivanišević i Grbić, 1992).

Ритске црнице (хумоглеј) су образоване у депресијама или узаним дугачким низама у централном, а чешће у притерасном делу алувијалне равни. На овим рељефним облицима утицај плавних вода је изражен, те је честа појава површинског оглејавања. Утицај подземне воде је, такође, изражен услед присуства бројних сивих и рђастих флека у профилу земљишта. У зимском и пролећном периоду доње и горње воде се спајају, а у летњем периоду земљиште се у површинском делу нагло суши и пуца, а подземне воде се повлаче на 150-180 cm дубине.

У условима Равног Срема утврђен је веома различит режим влажења ритских црница. Ритске црнице са еколошким карактеристикама β - β/γ глеја (Wilde, 1962) су са израженим суфицитним влажењем физиолошки активног профила и на њима се природно развијају монодоминантне шуме пољског јасена (Jović i Knežević, 1986). На основу комплексних типолошких истраживања у шумама Равног Срема констатовано је да се на оваквим земљиштима налази тип шуме пољског јасена са реткокласим шашем (*Carici remotae - Fraxinetum angustifoliae*). Укупна површина овог типа шуме износи 1.259,47 ha или 3,53% од укупне површине под шумама тврдих лишћара (Jović *et al.*, 1994). На делу ове површине основани су засади беле врбе у различитим размацима садње чије су структурне и развојно-производне карактеристике биле предмет ових истраживања.

Остварене средње висине, као значајни индикатор бонитета станишта, од 22 m у старости од 27 година (ОП-2) идентичне су висинама на II бонитету по Žufi (1963) за природне састојине беле врбе у Подунављу, као и висинама по таблицама Cestar *et al.*, (1986) у природним заједницама врбе у Посавини у Хрватској (табела 9). Из табеле 9 види се да су средњи пречник и број стабала по хектару у истраживаним засадама на подручју Равног Срема слични са подацима у таблицама Cestar *et al.*, (1986), а да су темељнице и запремине по хектару веће за 6% и 9%. У поређењу са таблицама Žufa (1963) за II бонитет на ОП-2 је утврђено за 20% више стабала са приближно истом запремином по хектару, али мањим средњим пречником.

Остварене средње висине на ОП-1 су веома блиске са висинама I бонитета по Žufi (1963). У поређењу са подацима из таблица приноса и прираста (Žufa 1963, Cestar *et al.*, 1986) на ОП-1 је утврђено свега 36-46% од броја стабала по хектару, 67-84% темељнице и 76-97% запремине по хектару, а знатно већи средњи пречник. У поређењу са вештачки подигнутом састојином на алувијуму Црне Реке на подручју Дебелог Луга (Мајданпек) запремина засада на ОП-1 је нешто нижа (Vučković i Stajić, 2005).

У поређењу са оствареним висинама селекционисаних клонова беле врбе на мочварно глејном земљишту у средњем Подунављу при знатно већим густинама

садње (Marković, 1982), средње висине на ОП-1 и ОП-2 су веће. Средње висине на ОП-2 су блиске са средњим висинама најбољих клонова беле врбе на мочварно-глејном земљишту у Лоњском пољу (Ковачић и Krstinić, 1984).

Табела 9. Упоредна анализа елемената раста истраживаних засада и засада по таблицама приноса и прираста

Table 9. Comparative analysis of growth elements in the investigated plantations and the plantations by tables of yield and increment

	Бонитет Soil quality	Старост Age	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>V</i>	<i>d_g</i>	<i>h_g</i>
		[год.] (year)	[stab·ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹]	[cm]	[m]
ОП-1 SP-1		21	239	21,4	224	33,8	23,2
Žufa, (1963)	I	21	518	31,7	293	28,6	23,6
	II	21	569	29,8	260	27,3	20,3
Cestar <i>et al.</i> , (1986)		21	665	25,5	230	22,2	20,1
Vučković i Stajić, (2005)		21	725	26,7	247	21,8	21,0
ОП-2 SP-2		27	543	30,4	303	26,7	22,0
Žufa, (1963)	I	27	416	35,3	342	33,7	25,6
	II	27	442	33,2	301	32,3	22,0
Cestar <i>et al.</i> , (1986)		27	535	28,7	278	26,2	22,1

Наведени елементи раста указују на средње повољне услове станишта, али и на спонтани развој стабала на ОП-2. На ОП-1 простор за раст стабала је био четири пута већи и у дужем периоду стабла су имала тзв. „солитаран” раст што је условило битно различите карактеристике раста у односу на ОП-2 и табличне елементе установљене за природне састојине беле врбе.

Густина засада је један од основних фактора у производњи дендромасе меких лишћара, који у највећој мери утиче на елементе раста стабала и засада, као и на дужину производног циклуса. Густина засада пројектује се у зависности од врсте дрвета и њених биоэколошких карактеристика, затим карактеристика станишта, а у највећој мери, према намени засада и циљу производње: производња техничког дрвета, комбинована производња техничког и целулозног дрвета и производња целулозног дрвета (Marković *et al.*, 1997).

Величина крошње беле врбе, за разлику од врста тополе, је знатно мања, што омогућава већи број стабала по хектару на крају производног циклуса. С тога се засади врба оснивају са већим густинама. Препоручивани су размаци садње од најчешће 3×3 m, али и ређи 4×4 m, па до 5×5 m или чак 6×6 m. На бољим стаништима

се препоручује или ретка садња или гушћа садња уз примену прореди, док се на лошијим стаништима препоручује гушћа садња. Претпостављена опходња износи најчешће 20 година, у случају примене ретке садње, а 15 година, у случају примене гушће садње (Marković, 1982; Marković *et al.*, 1987; Krstinić *et al.*, 1990).

Засад основан са размаком садње 6×6 m (ОП-1), према досадашњим истраживањима, представља засад ретке садње, који се ретко препоручује за засаде беле врбе. Нумерички показатељи дебљинске структуре на ОП-1 указују на процес интензивнијег диференцирања стабала по дебљини, у односу на диференцирање по висини и дужини крошњи, као последице великог простора за раст појединачног стабла (36 m²·стабло⁻¹). При таквом размаку садње учешће стабала заосталих у расту је врло мало и може се, претежно, довести у везу са случајним оштећењима током развоја засада. До 21. године старости, наведени простор за раст се није показао ограничавајућим за раст стабала, што се види и по токовима текућих прираста пречника средњег и доминантног стабла (графикон 2).

Текући и просечни прираст запремина средњих и доминантних стабала на ОП-1, односно њихови модели, показују да дужина производног циклуса (опходња) не би требало да буде краћа од 20 година. Веће варирање дебљинског, па и запреминског прираста у периоду од 18-21. године указује да стабла интензивно реагују на услове у појединим годинама и дужина опходње од 25 година могла би се означити као реална за услове истраживаног станишта. Укупно произведена запремина би износила око 250 m³·ha⁻¹, а процењена сортиментна структура са нето учешћем трупаца од 80% и целулозног дрвета од 20% је реална са аспекта остваривог потенцијала. У том смислу спровођење узгојних мера током развоја засада, а нарочито резивања доњих грана, би био приоритет.

За засад основан при размаку садње 3×3 m (ОП-2) препоручена је дужина опходње од 15 година (Marković, 1982). Истраживани засад се налази у старости од 27 година (ОП-2), те се може закључити да је старост засада знатно изнад оптималне старости са аспекта рационалног газдовања засадима беле врбе. У засаду је утврђен процес девитализације стабала, као последица биолошког диференцирања стабала у засаду недовољног простора за раст што је потврђено, како нумеричким показатељима висинске и дебљинске структуре, структуре дужна крошњи, али и учешћем поједних биолошких класа стабала. То је резултирало да се у 27. години утврди мање од 50% почетног броја стабала при оснивању. Процес излучивања стабала, који је имао карактер природног излучивања, био је постепен и може се довести у везу са каснијим повећањем текућег запреминског прираста средњег и доминантног стабла те су, вероватно, услед одумирања непосредних конкурената преостала стабла интензивирала свој развој.

Констатовани токови текућег запреминског прираста указују на могућност ревитализације стабала врбе у каснијем периоду која је могла доћи само уз повољније станишне услове, пре свега повољан хидролошки режим који је опредељујући за развој засада врбе и топола (Ivanišević *et al.*, 2005; Andrašev *et al.*, 2011).

Правилно и на време изведена прореда која би у случају истраживаног засада густе садње била изведена у периоду од седме до десете године интензивирала би раст преосталих стабала у засаду. На тај начин би, са једне стране, био реализован проредни етат целулозног дрвета, а са друге избегла би се стагнација текућег прираста у периоду од 10-15. године. То би допринело повећању ефеката газдовања у засадима врбе густе садње. Основна претпоставка за такав приступ је познавање биолошких карактеристика раста на истраживаном станишту.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата истраживања у засадима беле врбе на земљишту типа хумоглеј (ритска црница) основаним са размацима садње 6×6 m (ОП-1), односно 278 стабала по хектару и 3×3 m (ОП-2), односно 1111 стабала по хектару, у старости од 21 (ОП-1) и 27 година (ОП-2) могу се извести следећи закључци:

- средње висине ($H_g=22,5-23,8$ m; $h_L=22-23,2$ m) указују на средње повољне услове станишта за белу врбу;
- анализирани елементи раста засада ($G=21-30$ m²·ha⁻¹; $V=220-300$ m³·ha⁻¹), остварени средњи прсни пречници ($d_g=26,7-33,8$ cm), нумерички показатељи структуре, као и биолошко диференцирање стабала указују да на ОП-1 стабла имају значајно различит развој у односу на ОП-2, што се може приписати четири пута већем простору за раст при оснивању;
- модели текућег и просечног прираста запремине средњих и доминантних стабала на ОП-1 показују да би дужина производног циклуса требала да износи 25 година при чему би се произвело 250 m³·ha⁻¹ дрвне запремине са прсним пречницима који омогућавају добијање трупаца I и II класе за резање од нето 80% и 20% целулозног дрвета;
- текући прираст запремине средњег и доминантног стабла, као и показатељи нумеричке и биолошке диференцијације стабала на ОП-2 показују да је старост засада знатно изнад оптималне старости са аспекта рационалног газдовања;
- на основу текућег прираста и модела раста пречника и запремине средњих стабала може се закључити да би на ОП-2 дужина производног циклуса требала бити 15 година где би се произвело око 200 m³·ha⁻¹ дрвне запремине са прсним пречницима који омогућавају израду целулозног дрвета.

Резултати истраживања указују на оправданост одређења праксе да се за потребе производње дрвета меких лишћара у оквиру пошумљавања тополом на већим површинама, у депресијама оснивају засади беле врбе. Међутим, како истраживано станиште припада природној заједници пољског јасена са реткокласим шашем (*Carici remotae - Fraxinetum angustifoliae* Jov. et Tom, 1979), то у циљу стабилне, дуготрајне и са аспекта полифункционалног газдовања знатно вредније продукције, оваква станишта у дугорочној пројекцији треба препустити

природним шумским заједницама, а засади беле врбе се могу оснивати као предкултуре.

Напомена: Ово истраживање је реализовано у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање” (43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Andrašev S., Rončević S., Kovačević B., (2005): *Proizvodnost zasada selekcionisanih klonova crnih topola*, Šumarstvo 1-2, SIT šumarstva i prerade drveta Srbije, Beograd (49-58)
- Andrašev S., 2008: *Razvojno proizvodne karakteristike selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija Aigeiros DUBY) u gornjem i srednjem Podunavlju*, Doktorska disertacija u rukopisu, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
- 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, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad (35-52)
- Bobinac M. (2011): *Ekologija i obnova higrofilnih lužnjakovih šuma Ravnog Srema*, Monografija, Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko, Institut za šumarstvo Beograd, Zagreb
- Cestar D., Kovačić Đ., (1979): *Tablice drvnih masa bjele vrbe*, Radovi 38, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb (1-79)
- Cestar D., Hren V., Kovačević Z., Martinović J., Pelcer Z., (1986): *Tipološke značajke nizijskih šuma Slavonije*, Radovi 68, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb (1-80)
- Hadživuković, S. (1991): *Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela. Novi Sad
- Herpka I., (1979): *Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritским šumama Podunavlja*, Radovi 7, Institut za topolarstvo, Novi Sad (1-229)
- Ivanišević P., Grbić J., (1992): *Rezultati proučavanja zemljišta u šumama mekih lišćara*, Institut za topolarstvo, Novi Sad, rukopis (1-34)
- Ivanišević P., Rončević S., Galić Z., Kovačević B., Andrašev S., Pekeč S., Radosavljević N., (2005): *Istraživanje pojave sušenja zasada topola na području G.J. „Gornje Potamišje”*, ŠU Opovo. Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, studija, (1-36)
- Ivanišević P., Knežević M., (2008): *Tipovi šuma i šumskog zemljišta na području Ravnog Srema*. Monografija 250 godina šumarstva Ravnog Srema, Javno preduzeće „Vojvodinašume“ – Petrovaradin, Šumsko gazdinstvo Sremska Mitrovica (87-118)
- Janjatović G., Abjanović Z., Cvetković Đ. (2001). *Kupinski kut - od prvih pošumljavanja do jedne od najvećih zasada klonova topola u Evropi*. Topola 167-168, Institut za topolarstvo, Novi Sad (51-68)

- Janjatović G., (2005): *Osvrt na dosadašnje i sadašnje gajenje topola na području ŠG Sremska Mitrovica*. Topola, 175-176, Institut za topolarstvo, Novi Sad (49-66)
- Jović N., Knežević M., (1986): *Zemljišta u šumama Ravnog Srema*. Zemljište i biljka 35(1), Beograd (87-92)
- Jović N., Tomić Z., Jović D., (1991): *Tipologija šuma*. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
- Jović D., Jović N., Jovanović B., Tomić Z., Banković S., Medarević M., Knežević M., (1994): *Tipovi nizijskih šuma Srema i njihove osnovne karakteristike*. Naučni skup „Aerozagadenja i šumski ekosistemi”, Beograd (67-83)
- Kovačić Đ., Krstinić A., (1984): *Uspijevanje nekih klonova stablastih vrba na čistinama Lonjskog polja II*. Šumarski list 3-4, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb (107-116)
- Krstinić A., Majer Ž., Kajba D., (1990): *Utjecaj staništa i klona na produkciju drvne mase u kulturama stablastih vrba na dunavskim adama kod Vukovara*. Šumarski list 1-2, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb (45-62)
- Marković J., (1982): *Utjecaj gustine sadnje na razvoj nekih klonova vrbe*. Topola 133/134, Bilten Jugoslovenske nacionalne komisije za topolu, Beograd. (13-28)
- Marković J., Živanov N., Herpka I., (1987): *Proizvodne mogućnosti staništa za uzgoj topola i vrba na području ŠG „Josip Kozarac“ Nova Gradiška*. Radovi 18, Institut za topolarstvo, Novi Sad (85-132)
- Marković J., Rončević S., Pudar Z. (1997): *Izbor razmaka sadnje pri osnivanju zasada topola*. Topola 159-160, Institut za topolarstvo, Novi Sad (7-28)
- Plavšić S., (1967): *Gajenje topola u Kupinskom kutu*. Topola 61-64, Bilten Jugoslovenske nacionalne komisije za topolu, Beograd (183-191)
- Stamenković V., Vučković M., (1988): *Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina*. Šumarski fakultet, Beograd
- 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, Sarajevo
- Tomić Z. (2010): *Klasifikacija i dinamizam šumskih zajednica Ravnog Srema*. rukopis, Beograd.
- Vučković M., Stajić B., (2005): *Karakteristike rasta vrbe (Salix alba) i jove (Alnus glutinosa) na aluvijumu Crne Reke*. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci 4, Banja Luka (41-53)
- Wilde S. A. (1962): *Forstliche Bodenkunde*. Stuttgart.
- Živanov N., (1980): *Osobine aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za taksacione elemente Populus × euramericana (Dode) Guinier, cl. I-214*. Radovi 10, Institut za topolarstvo, Novi Sad
- Živanov N., (1982): *Varijabilnost svojstava aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za proizvodnost topola*. Topola 133-134, Bilten Jugoslovenske nacionalne komisije za topolu, Beograd (41-47)
- Žufa L., (1963): *Drvna masa i prirast bele vrbe u prirodnim formacijama severnog Podunavlja i donje Podravine*. Topola 36-37, Bilten Jugoslovenske nacionalne komisije za topolu, Beograd (63-70)
- (1992): *Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Srbije*. JP „Srbijašume“, Beograd

Siniša Andrašev
Milivoj Vučković
Martin Bobinac
Petar Ivanišević
Branko Stajić

STRUCTURAL AND PRODUCTIVE-DEVELOPMENTAL CHARACTERISTICS OF WHITE WILLOW PLANTATIONS OF DIFFERENT DENSITY ON HUMOGLEY IN DONJI SREM

Summary

The investigation was conducted in two plantations of white willow (*Salix alba* L.) in Donji Srem on the humogley soil type (hydromorphic black soil) that potentially belongs to a narrow-leaved ash forest with remote sedge (*Carici remotae – Fraxinetum angustifoliae* Jov. et Tom. 1979). The plantations are located in the same depression at a distance of about 150 m. Sample plot I (SP-1) ($\varphi = 44^\circ 45'29,0''$, $\lambda = 19^\circ 51'22,2''$), aged 21 years was established with a 6×6 m planting spacing, whereas the plantation SP-2 ($\varphi = 44^\circ 45'28,2''$, $\lambda = 19^\circ 51'26,8''$) aged 27 years was established with a 3×3 m planting spacing.

In the well-canopied parts of plantations sample plots with an 0.2592 ha area (SP-1) and 0.081 ha area (SP-2) were selected. All stems in the sample plots were numbered and data for structural development evaluation of the plantations were collected, including numeric data (diameter at breast height, height, crown length) and biological data (biological status, timber quality, the degree crown position freedom, crown damage). In each plantation one mean and one dominant stem were felled at the basal area and sampling for a detailed stem analysis was carried out.

The results of the research of growth in height indicate that the humogley soil type (hydromorphic black soil) may be defined as medium favourable for the growth of white willow. The analyzed elements of plantation growth ($G = 21-30 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$; $V = 220-300 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, achieved mean diameters ($d_g = 26,7-33,8 \text{ cm}$), numerical parameters of structure, as well as biological differentiation of stems suggest that the stems in SP-1 have very different development compared to the ones in SP-2, as a result of four times more room for growth at the establishment. Models of current and average volume increment of dominant stems in SP-1 show that the production cycle length should be 25 years in which $250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ of wood volume would be produced, with a net share of class I and II logs of 80% and 20%, respectively. Volume increments of mean and dominant stems, as well as indicators of numerical and biological differentiation of stems in SP-2 show that the plantation age is well above the optimum age in terms of rational management. On the basis of current increments, diameter increment models and the volume of mean stems it can be concluded that SP-2 production cycle length should be 15 years. During that period, timber volume of about $200 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in the category of pulp wood would be produced.

The results provide justification for the choice of professionals to establish white willow plantations in depressions as part of broader poplar afforestation for the purposes of broadleaf softwood production. However, the studied site belongs to the natural community of narrow-leaved ash and remote sedge (*Carici remotae - Fraxinetum angustifoliae* Jov. et Tom, 1979), and therefore, in order to maintain a stable, long-term and far more valuable production in terms of multi-functional production, such sites should be left to natural forest communities, and white willow plantations can be established as a preculture.