

Борислав Шошкић
Бода Вуковојац
Александар Ловрић

UDK: 630*812:582.951.6
Оригинални научни рад

ИСТРАЖИВАЊЕ НЕКИХ ФИЗИЧКИХ СВОЈСТАВА ДРВЕТА *PAULOWNIA ELONGATA* И *PAULOWNIA FORTUNEII*

Извод: У раду су саопштени резултати испитивања густине, утезања и бубрења дрвета *Paulownia elongata* и *P. fortuneii*. Материјал за испитивање обезбедио је инж. Бода Вуковојац, који је подигао плантажу и огледна поља пауловније на територији општине Бела Црква. Резултати испитивања показују да постоји разлика између испитивањих својстава ове две врсте дрвета. Извршено је поређење добијених резултата испитивања међусобно и са резултатима сличних врста дрвета. Добијени подаци указују на могућност коришћења овог дрвета у производима од дрвета који нису у току експлоатације изложени великим оптерећењима. Потребно је извршити испитивање склоности ових врста дрвета према формирању тензионог дрвета и деформацијама у условима променљиве хигроскопне влаге.

Кључне речи: *Paulownia*, дрво, густина, утезање и бубрење

THE RESEARCH OF SOME PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD *PAULOWNIA ELONGATA* AND *PAULOWNIA FORTUNEII*

Abstract: The density, shrinkage and swelling of *Paulownia elongata* and *P. fortuneii* wood were researched. The study material was provided by Boda Vukovojac, B.Sc., who established the *Paulownia* plantation and sample plots on the territory of the Municipality Bela Crkva. The study results show the differences between the analysed properties of these two species. The study results were also compared with the results of the similar species of wood. The data shows that the study wood can be used in wood products that are not subject to great loads during exploitation. Further study should investigate the liability of these wood species to form tension wood and deformations in the conditions of variable hygroscopic moisture.

Key words: *Paulownia*, wood, density, shrinkage and swelling

др Борислав Шошкић, редовни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

дипл. инж. Александар Ловрић, асистент приправник, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

дипл. инж. Бода Вуковојац, оснивач плантажа и огледног поља пауловније, Бела Црква

1. УВОД

Род *Paulownia* је листопадно дрвеће из породице *Scrophulariaceae* и обухвата десетак врста и више варијетета. Пореклом је из југоисточне Азије, односно Кине, где се култивише готово 3000. година (Zhu Zhao-Hua, 1988)

Пауловнија се углавном гаји плантажно. У агрошумарству се користи за међуредни засад са пољопривредним културама. Значајна јој је примена у рекултивацији и заштити земљишта од ерозије. Због брзог раста и дивног цвета гаји се и као парковско и хортикултурно дрво. Најинтезивнију производњу овог дрвета има НР Кина, где су у последњој деценији значајне површине засађене овом културом (Zhu Zhao-Hua, 1988). У плантажном узгоју, у зависности од врсте, у првој години може да достигне висину 4-6 m, а прени пречник 5-7 cm. После 12. до 15. година (када достиже сечиву зрелост) постиже висину 15-20 m и запремину дебла око 1 m³ (Вуковојац, Михаиловић, 1996-2001).

Из семена коре и листа добијају се супстанце, које се у медицини користе за справљање лекова против астме, кашља, отеклина, високог крвног притиска. У густој садњи се после треће године „жање“ и сва дрвна маса се прерађује у сировину за добијање целулозе (Zhu Zhao-Hua, 1988).



Слика 1. Прво цветање *Paulownia fortunei*, Београд, априла 2001. год.

Figure 1. The first flowering of *Paulownia fortunei*, Belgrade, April 2001

Дрво пауловније је једричаво. Трахеје су распоређене прстенасто (периодично, по две три у групи). Бељика је сивобела, често светлосмеђа. Срж је црвенкастосмеђа или једнолично светлосмеђа. Свеже оборено дрво је неугодног мириса. Дрво пауловније се брзо природно суши, без витоперења и пуцања. Врло лако се обрађује, боји и лакира. Добрих је изолационих својстава и отпорно је на труљење. Има широку примену за израду: намештаја, столарије, фурнира и фурнирских плоча и амбалаже, ламперије, рамова, украсних резбарених предмета, музичких инструмената, авио и других модела и лакних летелица. Користи се за израду дрвених делова обуће и калупа за обућу, сандука и кутија, у производњи шибица и дрвених послужавника за чај.

Наша стручна јавност није детаљније упозната са својствима дрвета овог



Слика 2. Огледно поље „ПК Јужни Банат”- Бела Црква, 27.8.1999. год. (лево *Paulownia fortunei* у четвртој, десно *Paulownia elongata* у трећој години)

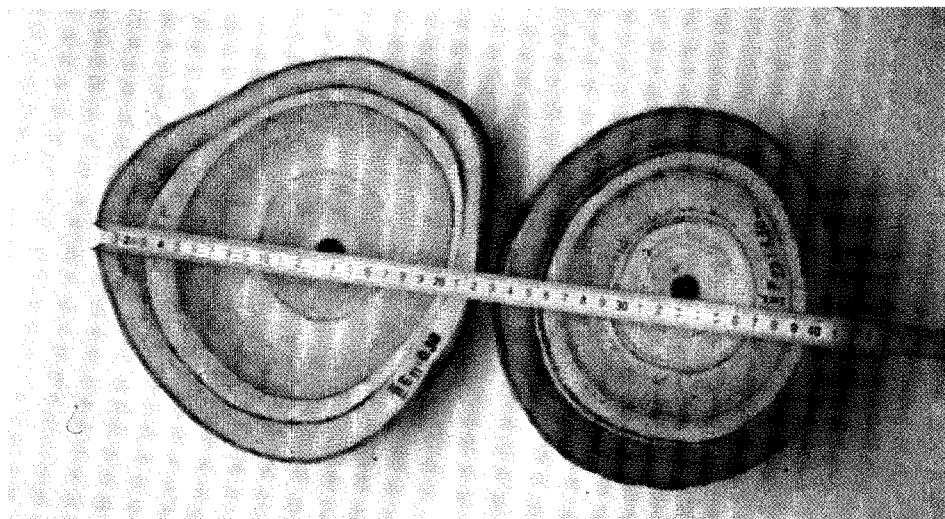
Figure 2. Sample plot „ПК Јужни Банат”- Bela Crkva, Aug. 27, 1999 (left: *Paulownia fortunei*, 4 years old, right: *Paulownia elongata*, 3 years old)

рода, вероватно зато што се сматра да у нашим климатским условима, због осетљивости према ниским температурама, није могуће успешно гајити ове врсте дрвета, као и да ово дрво нема ширу употребну вредност. Ову претпоставку оповргао је велики прегалац, ентузијаста и заљубљеник у ову врсту дрвета, дипл. инж. електротехнике Бода Вуковојац, који је подигао неколико плантажних засада и огледно поље пауловније, одакле је и узет материјал за ово испитивање, на чему му се посебно захваљујемо.

Полазећи од изнетих података, циљ овог рада је да се презентирају резултати испитивања неких својстава ових врста дрвета и да се добијене вредности упореде са вредностима врста дрвета које имају сличну примену. За компарацију су узети подаци о својствима дрвета: смрче, балзе и тополе.

2. МАТЕРИЈАЛ ЗА ИСПИТИВАЊЕ

Материјал за испитивање потиче са огледног поља ПК „Јужни Банат“ које се налази у општини Бела Црква. Радни материјал је достављен у виду исечака (котова) средњих стабала из четири понављања. У сваком понављању се налази 30



Слика 3. Утицај климатских прилика на прираст пречника (лево: *P. elongata*, пресек на пању после четврте године; десно: *P. fortuneii*, прсни пречник после пете године. Минимални прираст формиран у изузетно хладној и сушној 2000-тој години - други прстен од коре)

Figure 3. Impact of climatic factors on diameter increment (left: *P. elongata*, section on the stump, after 4 years; right: *P. fortuneii*, dbh after 5 years. Minimal increment formed in extremely cold and dry year 2000 - the second ring from the bark)

стабала, а средње стабло је одређено методом израчунавања аритметичке средње вредности њихових прсних пречника.

Врста *Paulownia fortuneii* је прошла кроз пет вегетационих периода, а *Paulownia elongata* кроз четири. Котурови* су, у зависности од висине дебла, вађени са висина од 1,3-5,0 m, при чему је први котур вађен са висине прсног пречника (1,3 m), други са висине од 2,5-3,5 m, а уколико би висина дебла то допуштала, трећи са висине од 4-5 m.

3. МЕТОД РАДА

На површинама на којима су припремљени котурови, зависно од пречника, исцртане су епрувете димензија 3×3 и 2×2 cm. Дебљину епрувете је одређивала дебљина котура. После изрезивања, измерене су димензије епрувета у аксијалном, радијалном и тангенцијалном правцу, као и њихова маса. Епрувете су сушене до

* Сваки котур је означаван на горњој површини. Тако, ако стоји „III E 18:1,30“, то значи да тај котур припада средњем стаблу *Paulownia elongata*, из трећег понављања, исечен на висини дебла од 1,3 m, рачунајући од земље до доње површине тог котура.

апсолутно сувог стања, на температури од $103 \pm 2^\circ\text{C}$, а затим су измерене димензије и маса. Иста мерења су извршена и после нападања епрувета водом.

Испитивањима су обухваћена својства дрвета: густина у апсолутно сувом стању (ρ_0) и номинална густина (ρ_n); бубрење у аксијалном (B_a), радијалном (B_r) и тангенцијалном (B_t) правцу; утезање у аксијалном (U_a), радијалном (U_r) и тангенцијалном (U_t) правцу и тачка засићености влаканаца (Z). За све податке је израчуната средња вредност (\bar{x}), стандардна девијација (σ_{n-1}), коефицијент варијације (V), стандардна грешка ($f\bar{x}$). Статистичка обрада резултата испитивања, обрађена је за ниво стабла и збирно за ниво врсте.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Добијени подаци приказани су у табелама 1, 2, 3 и 4. У табелама 1 и 3 налазе се подаци за врсту *Paulownia elongata*, који су добијени испитивањем епрувета

Табела 1. Статистичка обрада за групе I-E6, II-E11, III-E18, IV-E3

Table 1. Statistical processing for the groups: I-E6, II-E11, III-E18, IV-E3

Статистички показатељ Statistical parameter	Утезање Shrinkage %				Бубрење Swelling %			
	U_t	U_r	U_l	U_v	B_l	B_r	B_t	B_v
n	61	61	61	61	61	61	61	61
\bar{x}	1,259	2,491	4,774	8,314	1,278	2,559	5,017	9,082
s_{n-1}	0,510	0,660	0,590	1,030	0,520	0,700	0,650	1,230
q	40,20	26,56	12,28	12,36	40,79	27,29	12,88	13,52
$\varphi_{\bar{x}}$	0,060	0,080	0,080	0,130	0,070	0,090	0,080	0,160

Легенда:

- n - број података
- \bar{x} - аритметичка средина
- s_{n-1} - стандардна девијација
- q - коефицијент варијације
- $\varphi_{\bar{x}}$ - грешка аритметичке средине

Табела 2. Статистичка обрада за групе I-F16, II-F27, IV-F11, V-F8

Table 2. Statistical processing for the groups: I-F16, II-F27, IV-F11, V-F8

Статистички показатељ Statistical parameter	Утезање Shrinkage %				Бубрење Swelling %			
	U_t	U_r	U_l	U_v	B_l	B_r	B_t	B_v
n	72	72	72	72	72	72	72	72
\bar{x}	1,219	2,537	4,785	8,353	1,236	2,608	5,031	9,135
s_{n-1}	0,490	0,680	0,750	1,240	0,510	0,720	0,830	1,490
q	40,54	26,73	15,68	14,86	40,99	27,58	16,51	16,33
$\varphi_{\bar{x}}$	0,060	0,080	0,090	0,150	0,060	0,080	0,100	0,180

Табела 3. Статистичка обрада за групе I-E6, II-E11, III-E18, IV-E3
Table 3. Statistical processing for the groups: I-E6, II-E11, III-E18, IV-E3

Статистички показатељ Statistical parameter	Густина Density $g \cdot cm^3$				TZV
	ρ_s	ρ_p	ρ_0	ρ_n	Z
n	61	61	61	61	61
\bar{x}	0,573	0,253	0,240	0,222	41,118
s_{n-1}	0,130	0,070	0,060	0,060	14,610
q	22,86	25,91	26,38	26,56	35,53
$\Phi_{\bar{x}}$	0,020	0,010	0,010	0,010	1,870

Табела 4. Статистичка обрада за групе I-F16, II-F27, IV-F11, V-F8
Table 4. Statistical processing for the groups: I-F16, II-F27, IV-F11, V-F8

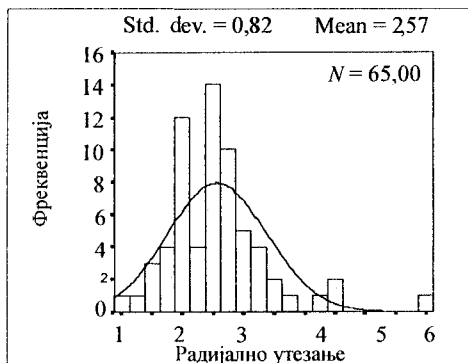
Статистички показатељ Statistical parameter	Густина Density $g \cdot cm^3$				TZV
	ρ_s	ρ_p	ρ_0	ρ_n	Z
n	72	72	72	72	72
\bar{x}	0,569	0,286	0,274	0,251	33,841
s_{n-1}	0,060	0,030	0,030	0,030	7,400
q	11,31	11,41	11,23	11,66	21,87
$\Phi_{\bar{x}}$	0,010	0,000	0,000	0,000	0,870

изрезаних из стабала: I-E6, II-E11, III-E18 и IV-E3, док се у табелама 2 и 4 налазе подаци за врсту *Paulownia fortuneii*, добијени мерењем епрувета из стабала: I-F16, II-F27, IV-F11 и V-F8.

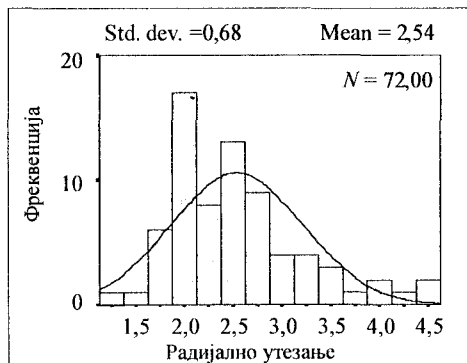
Графикони 1-6 приказују криву расподеле фреквенција добијених података, за обе врсте дрвета и за радијално и тангенцијално урезање, за густину дрвета у апсолутно сувом стању влажности.

4.1. Анализа резултата истраживања

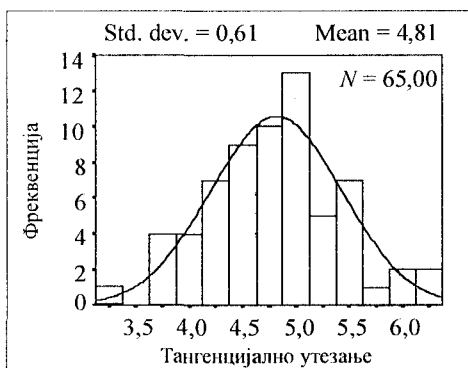
Анализом средњих вредности добијених података може се утврдити да постоји разлика између својстава дрвета *Paulownia elongata* и *Paulownia fortuneii*. Да би се утврдило да ли је разлика у резултатима последица случајног растурања или је у питању суштинска (сигнификантна) разлика, извршено је тестирање њихових густина у апсолутно сувом стању влажности (ρ_0), помоћу Студентовог t -теста. Резултати теста су показали да постоји сигнификантна разлика, јер је добијена вредност $t_{emp} = 4,195$ већа од одговарајућих теоријских вредности ($t_{95} = 2,000$ и $t_{99} = 2,660$).



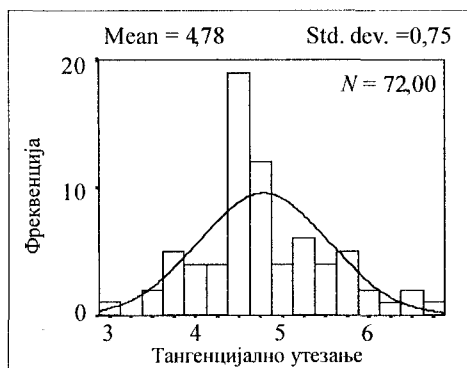
Графикон 1. *Paulownia elongata*
Diagram 1. *Paulownia elongata*



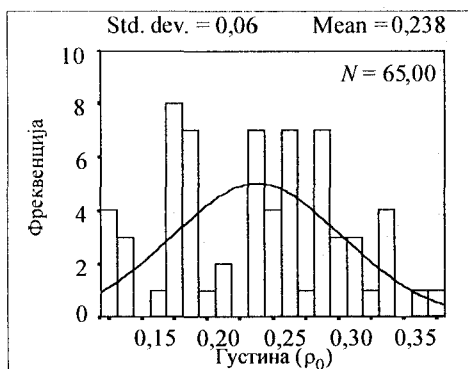
Графикон 2. *Paulownia fortuneii*
Diagram 2. *Paulownia fortuneii*



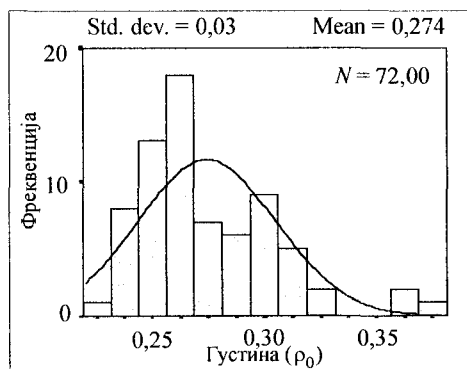
Графикон 3. *Paulownia elongata*
Diagram 3. *Paulownia elongata*



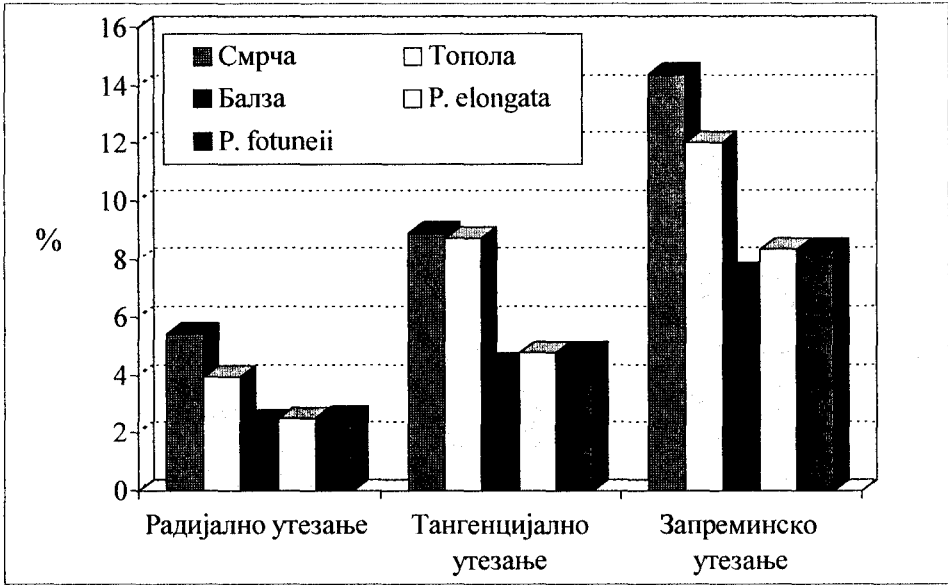
Графикон 4. *Paulownia fortuneii*
Diagram 4. *Paulownia fortuneii*



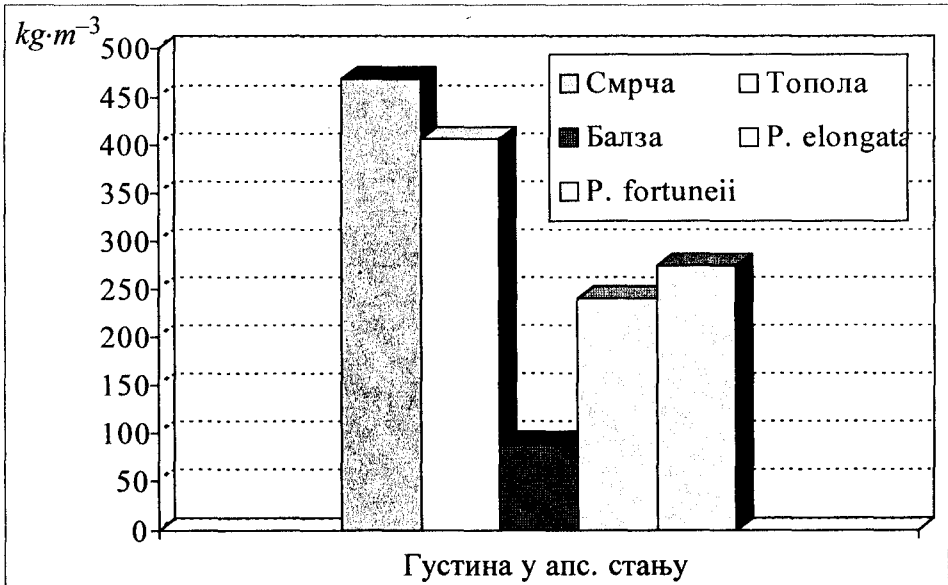
Графикон 5. *Paulownia elongata*
Diagram 5. *Paulownia elongata*



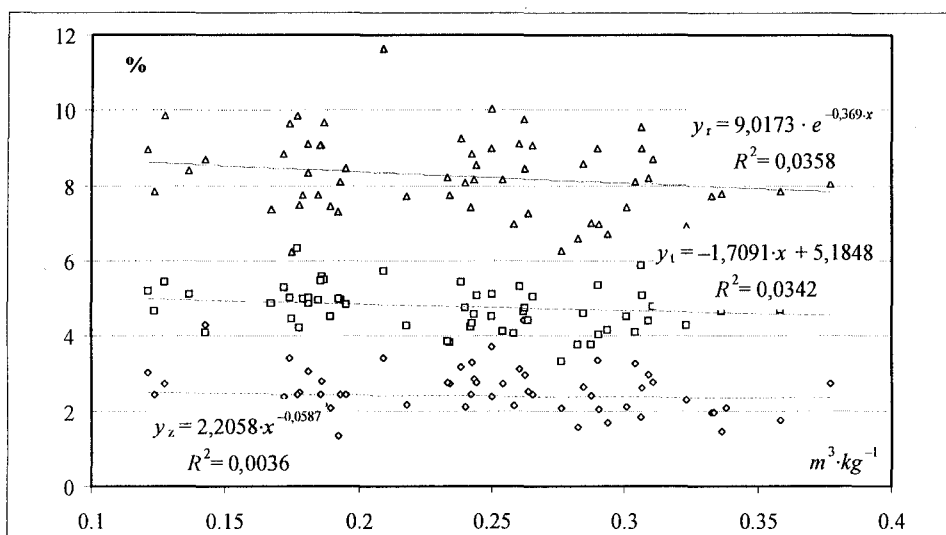
Графикон 6. *Paulownia fortuneii*
Diagram 6. *Paulownia fortuneii*



Графикон 7. Радијално, тангенцијално и запреминско утезање
 Diagram 7. Radial, tangential and volumetric shrinkage

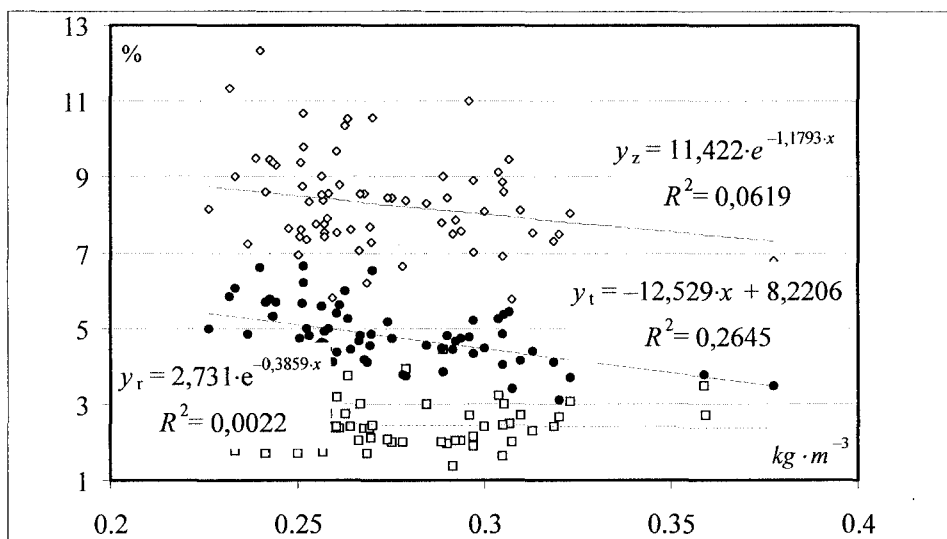


Графикон 8. Густина у апс. стању
 Diagram 8. Density in oven dry condition



Графикон 9. Зависност радијалног (y_r), тангенцијалног (y_t) и запреминског (y_z) утезања и густине у апсолутно сувом стању - *Paulownia elongata*

Diagram 9. Dependence of radial (y_r), tangential (y_t) and volumetric (y_z) shrinkage and density in oven dry condition - *Paulownia elongata*



Графикон 10. Зависност радијалног (y_r), тангенцијалног (y_t) и запреминског (y_z) утезања и густине у апсолутно сувом стању - *Paulownia fortunei*

Diagram 10. Dependence of radial (y_r), tangential (y_t) and volumetric (y_z) shrinkage and density in oven dry condition - *Paulownia fortunei*

Врста *Paulownia fortuneii* показује веће утезање и бубрење од врсте *Paulownia elongata*. Највећа разлика између ове две испитиване врсте је у тачки засићености влаканаца, која по резултатима испитивања за *P. elongata* износи 41,12%, а за *P. fortuneii* 33,84%.

Поређење средњих вредности испитиваних својстава пауловнија врста са истим својствима дрвета смрче, тополе и балзе приказано је на графиконима 7 и 8. На њима се може запазити да дрво пауловније има нешто мању густину од дрвета смрче ($469 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) и тополе ($406 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), а већу од дрвета балзе ($90 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), али је по промени димензија сличније дрвету балзе. Зависност густине дрвета у апсолутно сувом стању влажности и утезања дрвета дата је на графиконима 9 и 10.

Мала склоност испитиваних врста дрвета ка утезању и бубрењу даје могућност њиховог коришћења за израду резане грађе која би се користила за израду производа који нису изложени већим оптерећењима током експлоатације. Међутим, на основу ових резултата истраживања не може се утврдити склоност ових врста према формирању тензионог дрвета (појављује се у већем обиму код брзорастућих врста и подложно је деформацијама), а тај податак је од посебне важности за употребу дрвета у финалној преради*.

5. ЗАКЉУЧАК

Потражња за дрветом, као материјалом, сваке године је све већа. То намеће потребу увођења у производњу брзорастућих нових врста дрвећа и рационално коришћење расположивих дрвних ресурса. У том смислу добијени подаци о својствима дрвета пауловније допуштају истраживање могућности употребе њеног дрвета у механичкој и хемијској индустрији за прераду дрвета.

Другим речима, интегралном - комбинованом механичком и хемијском прерадом дрвета, уз поштовање естетских, конструктивних и функционалних својстава производа, могуће је наћи економски простор за рационалну прераду и врста дрвета мањих механичких својстава од уобичајених. Конзервативизму одавно нема места у многим делатностима људског стваралштва, па ни у шумарству и преради дрвета. Због тога наставак на испитивању својстава и могућности примене овог дрвета сматрамо интересантним, уз истовремени трансфер и проверу, у нашим условима, резултата истраживања земаља које, у овој области, имају више искуства.

* Приликом мерења аксијалних димензија епрувета у сировом стању влажности, дошло је до подизања влаканаца на попречном пресеку, што је вероватно за резултат имало веће вредности утезања и бубрења од очекиваних.

ЛИТЕРАТУРА

- (1989): *Wagenfuhr/Scheiber, Holzatlas, Leipzig*
Вуковојац Б., Михаиловић Р. (1996-2001): *Статистичка мерења прираста пауловније у огледном пољу у Белој Цркви, рукопис*
Zhu Zhao-Hua (1988): *Paulownia in China, Cultivation and utilization, Beijing*
Dahms K.G. (1982): *Asiatische, ozeanische und australische Exportholzer, DRW-Verlag, Stuttgart*
Лукић-Симоновић Н. (1970): *Упоредна истраживања технолошких својстава дрвета *Picea omarica* Рапч. и *Picea excelsa* Lin. у вези са утицајем станишта, Гласник Шумарског факултета № 37, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд*
Николић М. (1975): *Зависност физичко-механичких својстава еуроамеричких топола (*P. robusta* и *P. serotina*) и домаће црне тополе од неких спољашњих и унутрашњих фактора, Гласник Шумарског факултета № 49, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд*
Olson J.R. (1982): *Specific gravity, fiber length and extractive content of young Paulownia, Oklahoma*
(1983/a): *Шумарска енциклопедија I, ЈЛЗ, Загреб*
(1983/б): *Шумарска енциклопедија II, ЈЛЗ, Загреб*

Напомена

Рад је финансирао МНТР Србије.

Borislav Šoškic
Boda Vukovojac
Lovric Aleksandar

THE RESEARCH OF SOME PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD *PAULOWNIA ELONGATA* AND *PAULOWNIA FORTUNEII*

Summary

The study results show that the density of *Paulownia elongata* wood is 238, and *Paulownia fortuneii* 274 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, in oven dry condition. Student *t*-test determined a significant difference between the densities of these wood species. The density of these two species is significantly lower than the density of our native species, poplar and fir. The shrinkage of *Paulownia elongata* wood is in radial direction 2.567, tangential 4.815%. The shrinkage of *Paulownia fortuneii* wood is 2.537 and 4.785% respectively.

The comparison of study results for these species with the respective results of our native wood species shows that *Paulownia* wood can be used for the construction elements of wood products which are not subject to great loads during exploitation.

As *Paulownia* wood has low density, and probably forms tension wood, it would be useful to investigate the potential wood distortions and other deformations.