

VARIJACIJE VISINE I ŠIRINE 1-3 REDNIH DRVNIH TRAKOVA U DEBLU I GRANAMA OBIČNE BUKVE (*Fagus silvatica* L.)

Variation of widths and heights of 1-3 seriate wood rays in beech stem and branches (Fagus silvatica L.)

Safet Gurda¹, Jusuf Musić¹, Sead Vojniković¹, Velid Halilović¹

Abstract

This paper presents the research results on:

- Variation of widths and heights of 1-3 seriate wood rays within beech stem (*Fagus silvatica*, L.)
- Variation of widths and heights of 1-3 seriate wood rays within normal and tension branch wood.

Key words: beech, 1-3 seriate wood rays, stem, normal wood, tension wood.

Izvod

U ovom radu prezentirani su rezultati istraživanja o:

- varijacijama visine i širine 1-3 rednih drvnih trakova unutar debla bukve (*Fagus silvatica* L.) i
- varijacijama visine i širine 1-3 rednih drvnih trakova unutar normalnog i tenzijskog drveta grana.

Ključne riječi: bukva, 1-3 redni drveni trak, normalno drvo, tenzijsko drvo.

Uvod - Introduction

Ćelije aksijalnog i radijalnog parenhima manje više su izodijametrične, dužine od 0,1 do 0,22 mm i širine od 0,01 do 0,05 mm (PANSIN, DE ZEEUW I BROWN, 1964), TREDELENBURG I MAYER- WEGELIN, 1956).

Aksijalni parenhim kod bukve je difuzno - metatrahealno raspoređen, a dimenzije ćelija kreću se u granicama: tangencijalne od 15,5 do 18,9μ, radijalne od

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Faculty of Forestry, University of Sarajevo

13,1 do 20,0 μ , a srednja debljina zidova ćelija od 1,8 do 3,6 μ (ŠOŠKIĆ I POPOVIĆ, 2005).

Radijalni parenhim bukovine izgrađuje homocelularne, jedno do višeredne drvene trakove (PETRIĆ I ŠČUKANEC, 1986).

MATERIJAL I METOD RADA – *Materials and Methods of work*

Materijal za ova istraživanja potiče iz 59 odjela G. J. „Kalin Radovan“ ŠPP «Koprivnica» Bugojno. Izabrano je pet dominantnih, zdravih, pravnih i približno jednakih stabala prečnika na prsnoj visini 40 – 50 cm. Nakon obaranja na svakom stablu je odabrano po 6 grana prečnika 5-7 cm (donje, srednje i gornje). Iz svih grana rezani su kolotovi na svakih 0,5 m (na 0,5; 1,0; itd.) do udaljenosti gdje su se mogle izrezati kockice za rezanje poprečnih i tangenčnih presjeka. Na svim deblima na 4,0 m od tla izrezani su kolotovi visine 10 cm.

Iz uzetih kolotova u određenim godovima su vadene probe za macerate i histološke preparate. Izrada preparata izvršena je na uobičajeni način.

Visine i širine 1-3 rednih trakova mjerene su uz pomoć lanometra MP - 2 Varšava (GURDA, 1990).

REZULTATI RADA – *Results of work*

Visine 1-3 rednih drvnih trakova u građi debla

Heights of 1-3 seriate wood rays in the stem structure

Visina 1-3 rednih trakova u deblu (grafikon 1) dobivena na osnovu 448 mjerenja varira u granicama od 0,066 do 0,862 mm, s prosjekom $0,263 \pm 0,00935$ mm i standardnom devijacijom $0,101 \pm 0,00661$ mm.

Odnos između visine 1-3 rednih trakova i starosti goda je u skoro potpunoj korelaciji, što pokazuje sljedeći analitički izraz:

$$y = 0,1832 + 0,002937x - 0,0000200x^2 \text{ (indeks korelacije } R = 0,918);$$

gdje je:

y - visina 1-3 rednih trakova, a

x - starost goda.

Visine 1-3 rednih trakova u građi grana

Heights of 1-3 seriate wood rays at the different branch positions in the tree crown

Visina 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana (grafikon 1) varira u granicama od 0,082 do 0,640 mm, s prosjekom $0,223 \pm 0,00355$ mm i standardnom devijacijom $0,078 \pm 0,00237$ mm, dobivena na temelju 2081 mjerenja.

U tenzijskom drvetu grana (grafikon 1) visina 1-3 rednih trakova dobivena na osnovu 2089 mjerenja kreće se u granicama od 0,082 do 0,530 mm, s prosjekom $0,234 \pm 0,00369$ mm i standardnom devijacijom $0,086 \pm 0,00261$ mm.

Odnos između visine 1-3 rednih trakova i starosti goda može se prikazati sljedećim analitičkim izrazima:

a) za normalno drvo

$$y = 0,2408 - 0,001443x + 0,00002286x^2 \text{ (indeks korelacije } R = 0,708\text{);}$$

b) za tenzijsko drvo

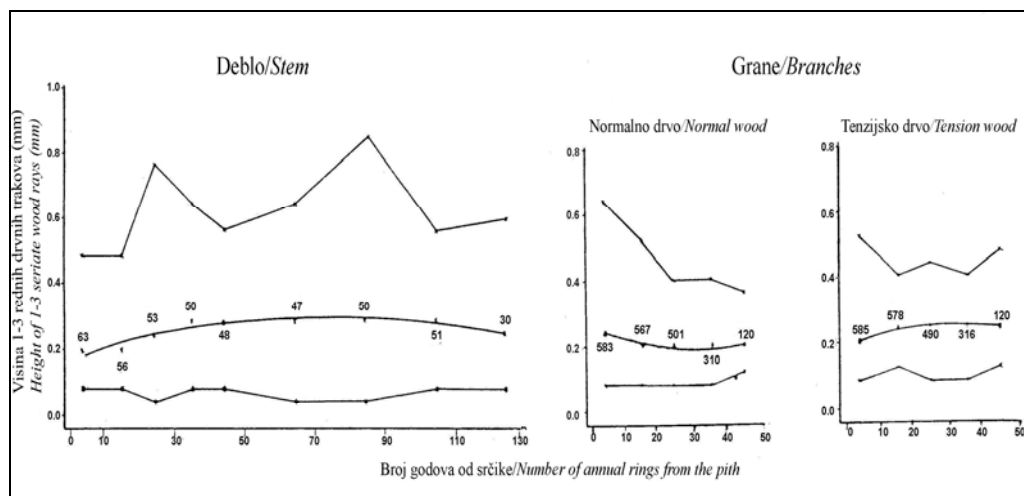
$$y = 0,20267 + 0,002326x - 0,00002571x^2 \text{ (indeks korelacije } R = 0,974\text{);}$$

gdje je:

y – visina 1-3 rednih trakova, a

x – starost goda.

Dobiveni indeksi korelacije kazuju da je visina 1-3 rednih trakova u skoro potpunoj korelaciji u tenzijskom, a u jakoj u normalnom drvetu grana sa starosti goda.



Grafikon 1. Varijacije visine 1-3 rednih trakova

Graph.1 Variations of heights in 1-3 seriate wood rays

Visine 1-3 rednih trakova na različitim položajima grana u krošnji

Heights of 1-3 seriate wood rays at the different branch positions in the tree crown

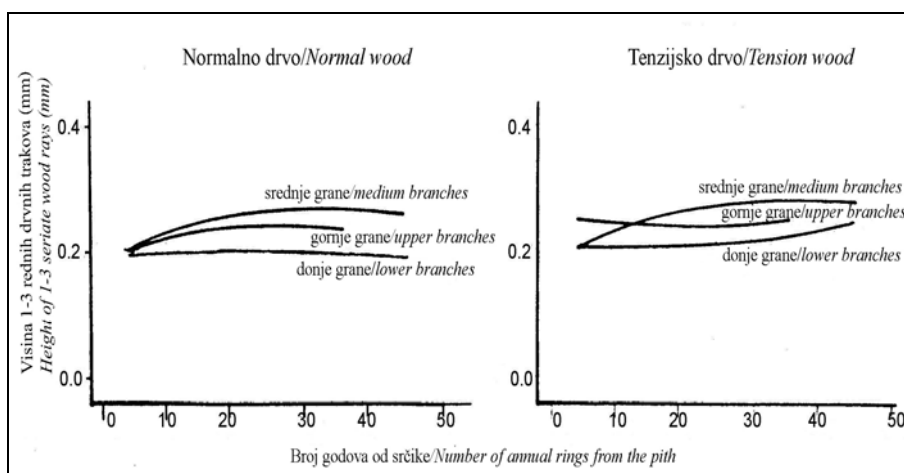
Variranje visina 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu donjih, srednjih i gornjih grana prikazano je u tabeli 1 i na grafikonu 2.

*Varijacije visine i širine 1-3 rednih drvnih trakova u deblu i granama obične bukve
(Fagus silvatica L.)*

Tabela1. Visine 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu grana na različitom položaju u krošnji

Table 1 *Heights of 1-3 seriate wood rays* in normal and tension branch wood at the different branch positions in the tree crown

Broj godova od srčike <i>Number of annual rings from the pith</i>	Položaj grana u krošnji/ <i>Branch position in the tree crown</i>					
	Donje/ <i>Lower</i>	Srednje/ <i>Middle</i>	Gornje/ <i>Upper</i>	Donje/ <i>Lower</i>	Srednje/ <i>Middle</i>	Gornje/ <i>Upper</i>
	Visina 1-3 rednih drvnih trakova (mm)/ <i>Height of 1-3 seriate wood rays (mm)</i>					
	Normalno drvo/ <i>Normal wood</i>			Tenzijsko drvo/ <i>Tension wood</i>		
5	0,086-0,437 0,201	0,148-0,640 0,221	0,125-0,300 0,214	0,082-0,398 0,199	0,086-0,296 0,203	0,136-0,530 0,246
15	0,082-0,499 0,211	0,129-0,347 0,240	0,168-0,487 0,249	0,136-0,359 0,238	0,136-0,413 0,242	0,121-0,331 0,230
25	0,082-0,398 0,230	0,117-0,363 0,249	0,129-0,265 0,257	0,086-0,363 0,214	0,136-0,445 0,273	0,121-0,343 0,242
35	0,101-0,328 0,202	0,175-0,409 0,261	0,148-0,242 0,223	0,109-0,374 0,226	0,207-0,413 0,320	0,140-0,351 0,253
45	0,121-0,339 0,211	0,226-0,347 0,285	-	0,117-0,476 0,250	0,214-0,324 0,277	-
General	0,082-0,499 0,214	0,117-0,640 0,246	0,125-0,487 0,229	0,082-0,476 0,222	0,086-0,445 0,250	0,121-0,530 0,242



Grafikon 2. Zavisnost visine 1-3 rednih drvnih trakova o starosti goda na različitim položajima grana u krošnji

Graph 2 *Dependence of the 1-3 seriate wood rays height on the annual ring age at the different branch positions in the tree crown*

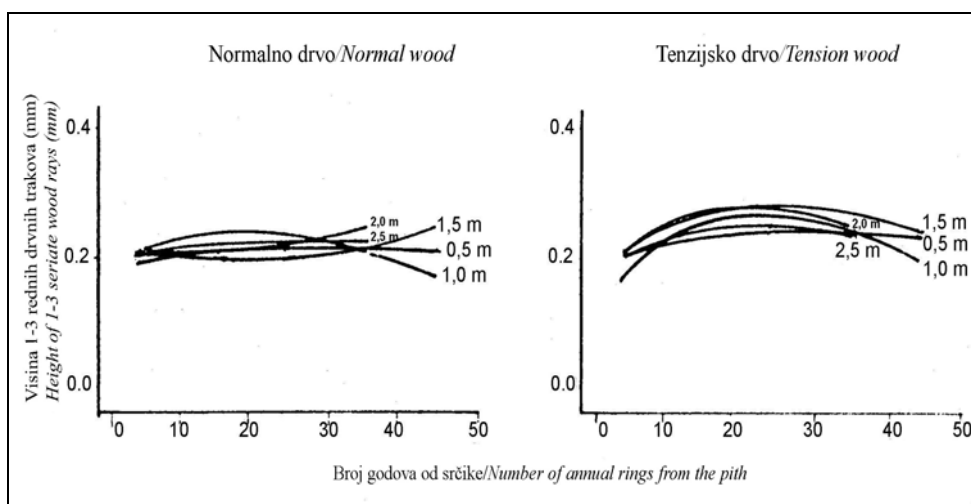
Visine 1-3 rednih trakova u granama na različitoj udaljenosti od debla **Heights of 1-3 seriate wood rays in the branches at the different distance from the stem**

U tabeli 2 i na grafikonu 3 prikazano je variranje visina 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu grana na udaljenosti 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 i 2,5 m od debla.

Tabela. 2. Visine 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu grana na različitoj udaljenosti od debla

Table 2 Heights of 1-3 seriate wood rays in normal and tension branch wood at the different distance from the stem

Broj godina od srčike Number of annual rings from the pith	Udaljenost presjeka grana od debla (m)/Distance of branch section from the stem (m)									
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Visina 1-3 ređenih trakova (mm)/Height of 1-3 seriate wood rays (mm)									
	Normalno drvo/Normal wood					Tenzijsko drvo/Tension wood				
5	0,208	0,212	0,213	0,216	0,191	0,192	0,189	0,196	0,207	0,212
15	0,209	0,218	0,246	0,206	0,185	0,227	0,233	0,231	0,275	0,247
25	0,215	0,235	0,211	0,249	0,220	0,231	0,257	0,272	0,262	0,254
35	0,201	0,216	0,201	0,253	0,183	0,258	0,262	0,286	0,254	0,229
45	0,207	0,171	0,265	-	-	0,234	0,198	0,257	-	-
X	0,209	0,218	0,225	0,232	0,195	0,229	0,250	0,261	0,246	0,238



Grafikon 3. Zavisnost visine 1-3 rednih drvnih trakova o starosti goda na različitim udaljenostima presjeka grana

Graph 3 Dependence of the 1-3 seriate wood rays height on the annual ring age at the different distances from the branch section

Širine 1-3 rednih drvnih trakova u građi debla

Widths of 1-3 seriate wood rays in the stem structure

Širina 1-3 rednih trakova u deblu (grafikon 4) dobivena na osnovu 448 mjerenja varira u granicama od 0,012 do 0,094 mm, s prosjekom $0,022 \pm 0,000574$ mm i standardnom devijacijom $0,062 \pm 0,000406$ mm.

Odnos između širine 1-3 rednih trakova i starosti goda u jakoj je korelaciji, što pokazuje sljedeći analitički izraz:

$$y = 0,01943 + 0,000132x - 0,000001074x^2 \text{ (indeks korelacije } R = 0,745),$$

gdje je:

y - širina 1-3 rednih trakova, a

x – starost goda.

Širine 1-3 rednih trakova u građi grana

Widths of 1-3 seriate wood rays in the branch structure

Širina 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana (grafikon 4) varira u granicama od 0,012 do 0,050 mm, s prosjekom $0,019 \pm 0,000279$ mm i standardnom devijacijom $0,0065 \pm 0,000197$ mm, dobivena na bazi 2081 mjerenja.

U tenzijskom drvetu grana (grafikon 4) širina 1-3 rednih trakova dobivena na osnovu 2089 mjerenja varira u granicama od 0,0078 do 0,043 mm s prosjekom $0,020 \pm 0,00030$ mm i standardnom devijacijom $0,0070 \pm 0,000212$ mm.

Odnos između širine 1-3 rednih trakova i starosti goda može se prikazati sljedećim analitičkim izrazima:

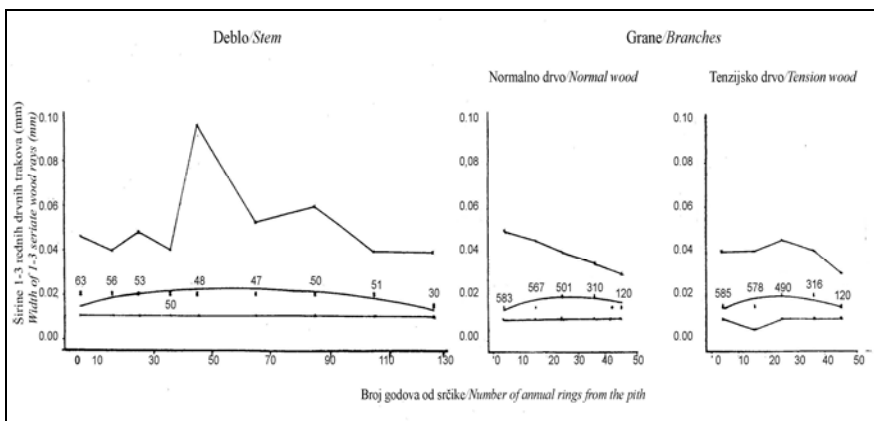
a) za normalno drvo

$$y = 0,01768 + 0,0001754x - 0,00000365x^2 \text{ (indeks korelacije } R = 0,761),$$

b) za tenzijsko drvo

$$y = 0,01486 + 0,0004171x - 0,00000714x^2 \text{ (indeks korelacije } R = 0,904).$$

Dobiveni indeksi korelacije kazuju da je širina 1-3 rednih trakova u jakoj korelaciji u normalnom , a u skoro potpunoj korelaciji u tenzijskom drvetu grana sa starosti goda.



Grafikon 4. Varijacije širine 1-3 rednih drvnih trakova
Graph 4 Variation of widths of 1-3 seriate wood rays

Širine 1-3 rednih trakova na različitim položajima grana u krošnji Widths of 1-3 seriate wood rays at the different position in the tree crown

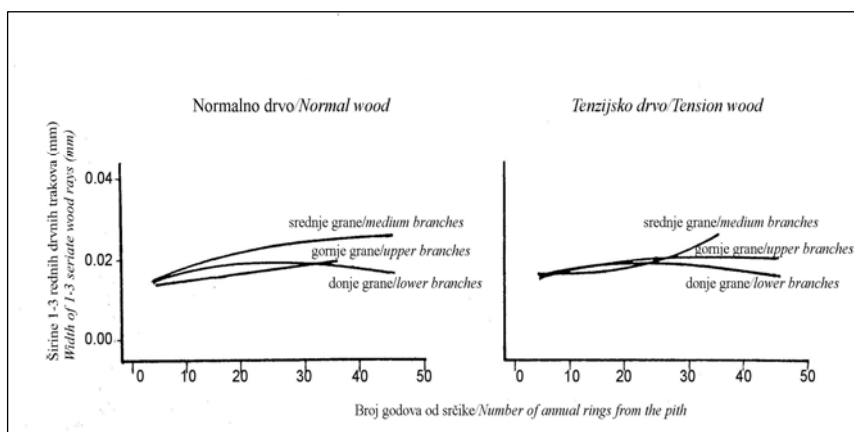
Variranje širina 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu donjih, srednjih i gornjih grana prikazano je u tabeli 3 i na grafikonu 5.

Tabela 3. Širine 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu grana na različitoj udaljenosti od debla

Table 3 Widths of 1-3 seriate wood rays in normal and tension branch wood at the different distances from the stem

Broj godova od srčike Number of annual rings from the pith	Položaj grana u koršnji/ Position of the branches in the tree crown					
	Donje/Lower	Srednje/Middle	Gornje/Upper	Donje/Lower	Srednje/Middle	Gornje/Upper
	Širina 1-3 rednih drvnih trakova/Width of 1-3 seriate wood rays (mm)					
	Normalno drvo/Normal wood			Tenzijsko drvo/Tension wood		
5	0,012-0,043 0,017	0,012-0,050 0,018	0,012-0,023 0,016	0,012-0,039 0,017	0,012-0,039 0,018	0,012-0,027 0,017
15	0,012-0,047 0,019	0,012-0,039 0,018	0,012-0,035 0,018	0,012-0,031 0,020	0,0078-0,039 0,021	0,012-0,031 0,017
25	0,012-0,031 0,019	0,012-0,039 0,021	0,012-0,027 0,019	0,012-0,035 0,019	0,012-0,031 0,022	0,012-0,043 0,023
35	0,012-0,035 0,020	0,012-0,035 0,027	0,016-0,031 0,020	0,012-0,039 0,019	0,016-0,027 0,021	0,016-0,039 0,026
45	0,012-0,027 0,017	0,012-0,031 0,023	-	0,012-0,031 0,017	0,019-0,031 0,024	-
General	0,012-0,047 0,018	0,012-0,050 0,023	0,012-0,035 0,019	0,012-0,039 0,019	0,0078-0,039 0,021	0,012-0,043 0,020

Varijacije visine i širine 1-3 rednih drvnih trakova u deblu i granama obične bukve (Fagus silvatica L.)



Grafikon 5. Zavisnost širine 1-3 rednih drvnih trakova o starosti goda na različitim položajima grana u krošnji

Graph 5 Dependence of the 1-3 seriate wood rays width on the annual ring age at the different positions of branches in the crown

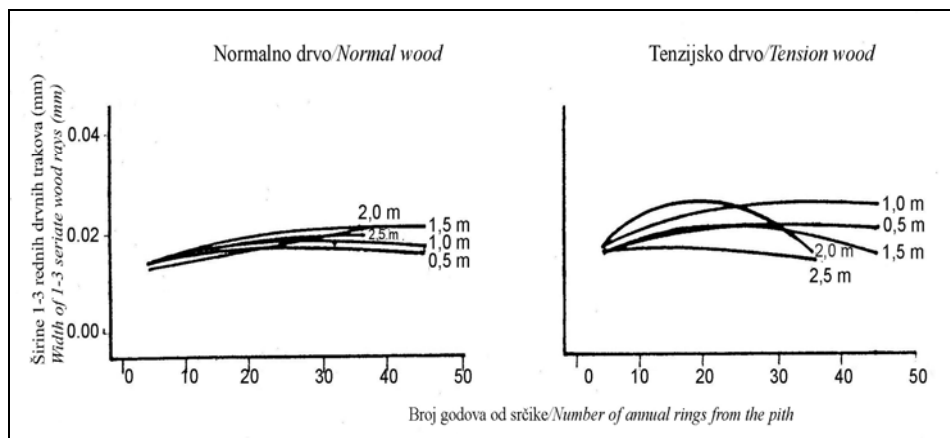
Širine 1-3 rednih trakova u granama na različitoj udaljenosti od debla
Widths of 1-3 seriate wood rays in the branches at the different distances from the stem

U tabeli 4 i na grafikonu 6 prikazano je variranje širine 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu grana na udaljenosti 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 i 2,5m od debla.

Tabela 4. Širine 1-3 rednih trakova u normalnom i tenzijskom drvetu grana na različitoj udaljenosti od debla

Table 4 Widths of 1-3 seriate wood rays in normal and tension branch wood at the different distances from the stem

Broj godova od srčike Number of annual rings from the pith	Udaljenost presjeka grana od debla (m)/Distance of the branch section from the stem (m)									
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Širina 1-3 rednih drvnih trakova (mm)/Width of 1-3 seriate wood rays (mm)									
	Normalno drvo/Normal wood					Tenzijsko drvo/Tension wood				
5	0,016	0,016	0,017	0,015	0,019	0,019	0,018	0,018	0,016	0,019
15	0,018	0,017	0,019	0,016	0,020	0,018	0,020	0,021	0,022	0,018
25	0,019	0,020	0,021	0,018	0,018	0,020	0,021	0,023	0,025	0,019
35	0,017	0,019	0,019	0,020	0,019	0,024	0,030	0,022	0,019	0,017
45	0,017	0,019	0,020	-	-	0,020	0,025	0,017	-	-
X	0,017	0,019	0,020	0,018	0,019	0,020	0,024	0,020	0,021	0,018



Grafikon 6. Zavisnost širine 1-3 rednih drvnih trakova o starosti goda na različitim udaljenostima presjeka grana

Graph 6 Dependence of the 1-3 seriate wood rays width on the age of annual ring on different heights of branch cross section

ZAKLJUČAK – Conclusion

Uspoređujući prosječne vrijednosti dobivenih rezultata mjerenja visina i širina 1-3 rednih trakova debla i grana (normalno i tenzijsko) drvo obične bukve (*Fagus silvatica* L.) s udaljenošću od srčike može se zaključiti slijedeće:

- Visina 1-3 rednih trakova **u deblu** kreće se u granicama od 0,066 do 0,862 mm, s prosjekom 0,263 mm, i u skoro potpunoj korelaciji sa starosti goda ($R = 0,918$).
- U **normalnom drvetu grana** visina 1-3 rednih trakova varira u granicama od 0,082 do 0,640 mm, sa srednjom vrijednošću 0,223 mm. U jakoj je korelaciji sa starosti goda ($R = 0,708$).
- Visina 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana raste od donjih do srednjih grana, a dalje prema vrhu krošnje opada.
- Visina 1-3 rednih trakova raste do 2,0 m udaljenosti od pazuha grana, a zatim opada prema vrhu grana.
- U **tenzijskom drvetu grana** visina 1-3 rednih trakova kreće se u granicama od 0,082 – 0,530 mm, s prosjekom 0,234 mm i u jakoj je korelaciji sa starošću goda ($R = 0,974$).
- Visina 1-3 rednih trakova grana raste od donjih do srednjih grana, a dalje prema vrhu krošnje se smanjuje. U odnosu na udaljenost od debla visina 1-3 rednih trakova raste do udaljenosti 1,5 m od debla, a dalje prema vrhu grana opada.
- Drvni traci 1-3 redni u normalnom drvetu grana su za 0,040 mm niži od trakova u deblu, a za 0,011 mm od trakova u tenzijskom drvetu grana.

- Širina 1-3 rednih trakova u **deblu** varira u granicama od 0,012 do 0,094 mm, sa srednjom vrijednošću 0,022 mm.
- U **normalnom drvetu** grana širina 1-3 rednih trakova varira u granicama od 0,012 – 0,050 mm, s prosjekom 0,019 mm. U jakoj je korelaciji sa starosti goda ($R = 0,761$).
- Širina 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana raste od donjih do srednjih grana, a zatim opada prema vrhu krošnje.
- U odnosu na mjesto udaljenosti od debla širina 1-3 rednih trakova raste do 1,5 m, a dalje prema vrhu grana opada.
- Širina 1-3 rednih trakova u **tenzijskom drvetu** grana kreće se u granicama od 0,0078 – 0,043 mm, s prosjekom 0,020 mm i u skoro potpunoj je korelaciji sa starošću goda ($R = 0,904$).
- Širina 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu grana raste od donjih do srednjih grana, a dalje prema vrhu krošnje opada.
- Do udaljenosti 1,0 m od debla povećava se širina 1-3 rednih trakova, a dalje prema vrhu grana opada.
- U normalnom drvetu grana 1 – 3 redni traci su uži za 0,003 mm od trakova u deblu, a skoro su iste širine u normalnom i tenzijskom drvetu grana.

LITERATURA – References

- ERAK, S. (1973): Varijacije u strukturi bukovog drveta sa područja Kozare, „Pregled“ br. 1-2. Sarajevo.
- ERAK, S. (1976): Anatomska građa drva medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.), magistarski rad, Sarajevo.
- GURDA, S. (1990): Strukturne karakteristike drveta grana obične bukve (*Fagus silvatica* L.) iz područja Bosne, Disertacija, Zagreb.
- GURDA, S. (1999): Neke karakteristike traheja obične bukve (*Fagus silvatica* L.), Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, No 1/1999, str. 15-23., Sarajevo.
- PETRIĆ, B. I ŠČUKANEC, V. (1980): Neke strukturne karakteristike domaće bukovine (*Fagus silvatica* L.), Drvna industrija, br. 9- 10, Zagreb.
- PANSCHIN, A.J. DE ZEEUW, C. I BROWN, H. P. (1964): Textbook of. wood Technology, Vol.1, Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- PETRIĆ, B. I ŠČUKANEC, V. (1986): Struktura drva domaće bukve (*Fagus silvatica* L.), Referat na kolokviju o bukvi, Velika, 22-24.11.1984., Kolokvij o bukvi, Šumarski fakultet Zagreb
- TREDELENBURG, R. I MAYER – WEGELIN, H. (1956): “Das Holz als Rohstoff” – C. Hanser Verlag, Munchen.
- ŠOŠKIĆ, B. I POPOVIĆ, Z. (2002): Svojstva drveta, univerzitetski udžbenik, Beograd.

ŠOŠKIĆ, B. I POPOVIĆ, Z. (2005): Bukva (*Fagus moesiaca/Domin, Mally/Czeczott.*) u Srbiji – Svojstva bukovog drveta, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.

WAGENFÜHR, R., SCHEIBER, C. (1974): Holzatlas Fachbuchverlag, Leipzig.

SUMMARY

This paper presents the results of the research on variation of heights and widths of 1-3 seriate wood rays within the beech stem (*Fagus silvatica L.*) and in normal and tension branch wood.

The height of 1-3 seriate wood rays in stem varies within the following limits: 0,066 to 0,862 mm ($X=0,263$ mm); in normal branch wood from 0,082 to 0,640 mm ($X=0,223$ mm); and in tension branch wood from 0,082 to 0,530 mm ($X=0,234$ mm). The height of 1-3 seriate wood rays in normal branch wood increases from the lower to the medium branches and then decreases going up to the tree crown. The height of 1-3 seriate wood rays increases up to 2,0 m distance from the branch base, and decreases toward the branch top.

The height of 1-3 seriate wood rays in tension wood increases from the lower to the medium branches and decreases in the direction of the tree crown. The height of 1-3 seriate wood rays increases to the distance of 1,5m from the stem in terms of distance from the stem and decreases toward the branch top.

1-3 seriate wood rays in normal branch wood are 0,040 mm lower than the wood rays in the stem and 0,011 mm lower than the wood rays in tension branch wood.

The width of 1-3 seriate wood rays in the stem varies in limits from 0,012 to 0,094 mm ($X=0,022$ mm) and branches in normal and tension wood from 0,012 to 0,050 mm ($X=0,019$ mm) and from 0,078 to 0,043mm ($X=0,020$ mm).

The width of 1-3 seriate wood rays in normal branch wood increases from the lower to the medium branches and then decreases toward the tree crown. The width of 1-3 seriate wood rays in terms of distance from the stem increases up to 1,5 m and then decreases towards the branch top.

The width of 1-3 seriate wood rays in tension wood is increasing from the lower to the medium branches and decreases toward the tree crown. The width increases up to the distance of 1,0 m from the stem and decreases toward the branch top.

In normal branch wood, 1-3 seriate wood rays are 0,003 mm narrower than the wood rays in the stem and almost of the same width in normal and tension branch wood.