

**VARIJABILNOST VOLUMNOG UDJELA 1-3 REDNIH DRVNIH  
TRAKOVA U DEBLU I GRANAMA OBIČNE BUKVE  
(*Fagus silvatica* L.)**

**Variability of volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays in beech stems and  
branches (*Fagus silvatica* L.)**

Safet Gurda<sup>1</sup>, Muhamed Bajrić<sup>1</sup>, Jusuf Musić<sup>1</sup>, Dalibor Ballian<sup>1</sup>

**Abstract**

This paper presents the results of research on variation of volume proportion in 1-3 row wood rays in:

- stem and
- normal and tension branch wood of beech (*Fagus silvatica* L.)

**Key words:** beech, wood ray, normal wood, tension wood.

**Izvod**

U ovom radu prezentirani su rezultati istraživanja variranja volumnog udjela 1-3 rednih drvnih trakova u:

- deblu i
- normalnom i tenzijskom drvetu grana obične bukve.

**Ključne riječi:** bukva, drveni trak, normalno drvo, tenzijsko drvo.

**UVOD – Introduction**

Za svojstva drveta i tehnologiju prerade drveta važno je poznavanje dimenzija i zapremine radijalnih parenhimskih ćelija drveta (ŠOŠKIĆ, B. i POPOVIĆ, Z. 2002).

Aksijalni parenhim je apotrahealan s volumnim udjelom 4 do 5,5 % u drvetu bukve. Staničje je homogeno. Traci su nepravilno raspoređeni, jednoredni i mnogoredni. Ukupni volumni udjel drvnih trakova je od 22,5 do 30% (TRAJKOVIĆ, J. i DESPOT, R. 1998).

---

<sup>1</sup> Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu - Faculty of Forestry, University of Sarajevo

## MATERIJAL I METOD RADA – *Materials and Methods*

Materijal za ovo istraživanje 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 tangentskih presjeka. Na svim deblima na 4,0 m od tla izrezani su kolotovi visine 10 cm.

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

Mjerenje volumnog udjela 1-3 rednih trakova izvršeno je na histološkim preparatima mikroskopom „Reichert“ uz pomoć Leitzovog integracionog stolića 12,5 x 4,5; (GURDA, S. 1990).

## REZULTATI RADA – *Results of work*

### **Volumni udio 1- 3 rednih drvnih trakova u građi debla**

#### *Volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays in stem structure*

Kumulativni rezultati volumnog udjela 1–3 rednih trakova u deblu dobiveni su na temelju 430 mjerenja i prikazani su na grafikonu 1.

Volumni udio 1– 3 rednih trakova varira u granicama od 4,96 do 15,21 %, s prosjekom  $9,31 \pm 0,128$  % i standardnom devijacijom  $1,35 \pm 0,0902$  %.

Odnos između volumnog udjela 1-3 rednih trakova i starosti goda može se prikazati sljedećim analitičkim izrazom:

$$y = 10,5133 - 0,02386x - 0,00000736x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,984;$$

gdje je:

y – volumni udio 1–3 rednih trakova, a

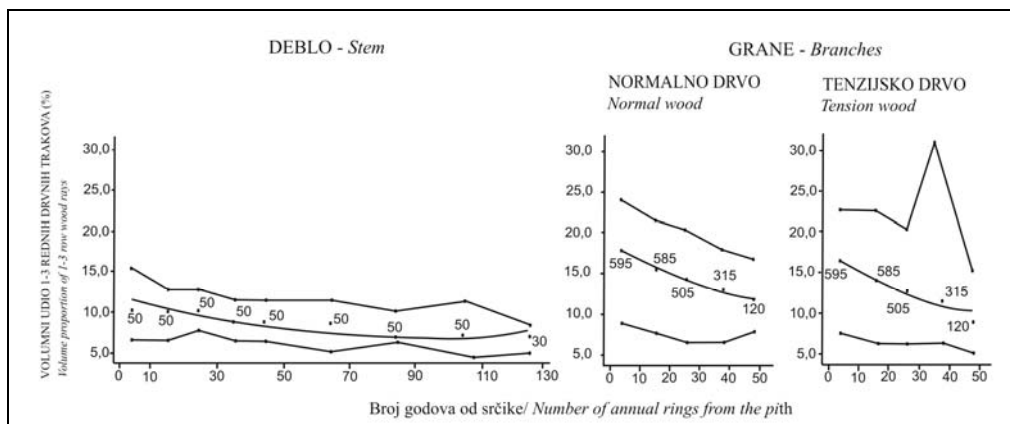
x – starost goda.

Dobiveni indeks korelacije kazuje da je prema gornjoj jednačini volumni udio 1-3 rednih trakova u deblu skoro u potpunosti korelaciji sa starosti goda.

### **Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova u normalnom drvetu grana**

#### *Volume proportion in 1 – 3 seriate wood rays in normal branch wood*

Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova u normalnom drvetu grana dobiven je na osnovu 2120 mjerenja i prikazan je na grafikonu 1.



Grafikon 1. Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova  
Graph 1 Volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays

Variranje je u granicama od 6,21 do 23,16 %, s prosjekom  $14,91 \pm 0,145$  % i standardnom devijacijom  $3,40 \pm 0,102$  %.

Odnos između volumnog udjela 1-3 rednih trakova i starosti goda može se prikazati sljedećim analitičkim izrazom:

$$y = 19,0336 - 0,2413x + 0,001514x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,999;$$

gdje je:

y - volumni udio 1-3 rednih trakova, a

x – starost goda.

Dobiveni indeks korelacije kazuje da je prema gornjoj jednačini zavisnost 1-3 rednih trakova u skoro potpunoj korelaciji sa starosti goda.

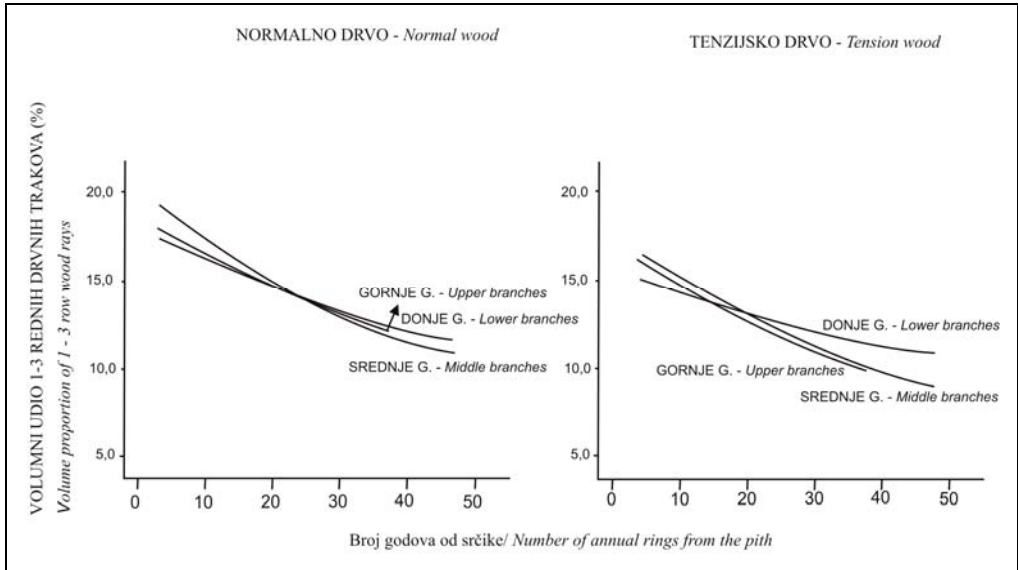
### **Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova na različitim položajima normalnog drveta grana u krošnji**

#### ***Volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays at the different positions of normal branch wood in the crown***

Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova u normalnom drvetu donjih grana dobiven je na osnovu 920 mjerenja i prikazan je na grafikonu 2.

Variranje volumnog udjela 1-3 rednih trakova je u granicama od 7,42 do 23,16%, s prosjekom  $14,50 \pm 0,227$ % i standardnom devijacijom  $3,52 \pm 0,161$ %.

Kumulativni rezultati mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu srednjih grana dobiveni su na osnovu 770 mjerenja i prikazani su na grafikonu 2.



Grafikon 2. Zavisnost volumnog udjela 1-3 rednih drvnih trakova od starosti goda na različitim položajima grana u krošnji

Graph 2 Dependence of volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays on age of annual rings at the different positions of branch in the crown

Volumni udio se kreće u granicama od 7,11 do 23,14%, s prosjekom  $15,37 \pm 0,227\%$  i standardnom devijacijom  $3,21 \pm 0,16\%$ .

U normalnom drvetu gornjih grana volumni udio 1-3 rednih trakova dobiven je na osnovu 430 mjerenja i prikazan je na grafikonu 2.

Volumni udio 1-3 rednih trakova je u granicama od 6,21 do 23,11%, s prosjekom  $15,02 \pm 0,354\%$  i standardnom devijacijom  $3,75 \pm 0,147\%$ .

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

a) za donje grane

$$y = 18,2632 - 0,1969x + 0,001136x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R=0,999;$$

b) za srednje grane

$$y = 19,5401 - 0,2361x + 0,0005357x^2, \text{ sa ideksom korelacije } R=0,998;$$

c) za gornje grane

$$y = 19,0437 - 0,2370x + 0,000850x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,998;$$

gdje je:

y – volumni udio 1-3 rednih trakova, a

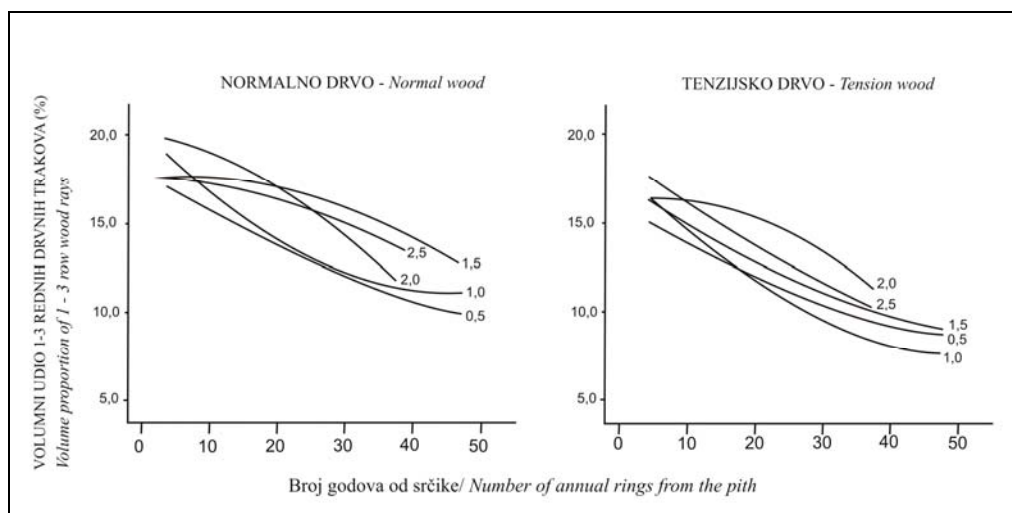
x – starost goda.

Dobiveni indeksi korelacije pokazuju da je prema gornjim jednačinama zavisnost volumnog udjela 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu donjih, srednjih i gornjih grana skoro u potpunosti korelaciji sa starosti goda.

### Volumni udio 1-3 rednih trakova na različitim udaljenostima presjeka normalnog drveta grana

#### *Volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays at the different distances of the section of normal branch wood*

Kumulativni rezultati mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana na udaljenosti 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 i 2,5 m od debla prikazani su na grafikonu 3.



Grafikon 3. Zavisnost volumnog udjela 1-3 rednih drvnih trakova od starosti goda na različitim udaljenostima presjeka grana

*Graph 3 Dependence of volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays on age of the annual rings at the different distances of branch section*

Na osnovu 580 mjerenja dobiven je volumni udio 1-3 rednih trakova na udaljenosti 0,5 m od debla. Variranje je u granicama od 6,51 do 21,89 %, s prosjekom  $13,85 \pm 0,286$  % i standardnom devijacijom  $3,52 \pm 0,202$  %.

Volumni udio 1-3 rednih trakova na udaljenosti 1,0 m od debla dobiven na bazi 555 mjerenja varira u granicama od 6,21 do 22,61 %, s prosjekom  $14,00 \pm 0,328$  % i standardnom devijacijom  $3,94 \pm 0,232$  %.

Na udaljenosti 1,5 m od debla izvršeno je 495 mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova. Variranje je od 7,21 do 23,11, s prosjekom  $15,26 \pm 0,330$  % i standardnom devijacijom  $3,75 \pm 0,233$  %.

U granicama od 9,65 do 22,16 % je variranje volumnog udjela 1-3 rednih trakova na udaljenosti 2,0 m od debla, s prosjekom  $16,15 \pm 0,432$  % i standardnom devijacijom  $3,69 \pm 0,306$  %. Rezultati su dobiveni na temelju 280 mjerenja.

Na udaljenosti 2,5 m od debla izvršeno je 210 mjerenja udjela 1-3 rednih trakova. Variranje je u granicama od 7,11 do 23,16 %, s prosjekom  $16,26 \pm 0,477$  % i standardnom devijacijom  $3,53 \pm 0,338$  %.

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

a) za 0,5 m od debla:

$$y = 19,5286 - 0,3919x + 0,004221x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,970;$$

b) za 1,0 m od debla:

$$y = 20,05732 - 0,3465x + 0,003364x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,994;$$

c) za 1,5 m od debla:

$$y = 18,1247 - 0,03134x - 0,002057x^2, \text{ sa indeksom korelacije } 0,997;$$

d) za 2,0 m od debla:

$$y = 19,5704 - 0,06330x - 0,004575x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,978;$$

e) za 2,5 m od debla:

$$y = 18,9394 - 0,1255x - 0,0009750x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,959;$$

gdje je:

y – volumni udio 1-3 rednih trakova, a

x - starost goda.

Dobiveni indeksi korelacije u navedenim jednačinama kazuju da je u normalnom drvetu grana na udaljenosti 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 i 2,5 m od debla zavisnost volumnog udjela 1-3 rednih trakova skoro u potpunoj korelaciji sa starosti goda.

### **Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova u tenzijskom drvetu grana** ***Volume proportion of 1 – 3 row wood rays in tension branch wood***

Rezultati na bazi 2120 mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova u poprečnom smjeru grana u zoni tenzijskog drveta kumulativno su prikazani na grafikonu 1.

Volumni udio se kreće u granicama od 5,91 do 30,21 %, s prosjekom  $13,43 \pm 0,135$  % i standardnom devijacijom  $3,17 \pm 0,0954$  %.

Odnos između volumnog udjela 1-3 rednih trakova i starosti goda može se prikazati sljedećim analitičkim izrazom:

$$y = 17,2509 - 0,2144x + 0,001078x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,998.$$

Dobiveni indeks korelacije kazuje da je prema gornjoj jednačini zavisnost volumnog udjela 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu grana u skoro potpunoj korelaciji sa starosti goda.

**Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova na različitim položajima tenzijskog drveta grana u krošnji**  
*Volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays at the different positions of tension branch wood in the crown*

Kumulativni rezultati mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu donjih, srednjih i gornjih grana prikazani su na grafikonu 2.

Volumni udio 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu donjih grana dobiven na osnovu 920 mjerenja varira u granicama od 5,91 do 30,21 %, s prosjekom  $13,05 \pm 0,212$  % i standardnom devijacijom  $3,28 \pm 0,149$  %.

Variranje volumnog udjela 1-3 rednih trakova u srednjim granama je u intervalu od 6,88 do 22,28 %, s prosjekom  $13,80 \pm 0,267$  % i standardnom devijacijom  $3,87 \pm 0,189$  %. Rezultati su dobiveni na bazi 770 mjerenja.

U tenzijskom drvetu gornjih grana volumni udio 1-3 rednih trakova dobiven je na osnovu 430 mjerenja. Volumni udio 1-3 rednih trakova varira u granicama od 6,82 do 21,15 %, s prosjekom  $13,61 \pm 0,341$  % i standardnom devijacijom  $3,61 \pm 0,241$  %.

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

a) za donje grane

$$y = 16,3995 - 0,1507x + 0,0001929x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,992;$$

b) za srednje grane

$$y = 17,7915 - 0,2436x + 0,001207x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,998;$$

c) za gornje grane

$$y = 17,9207 - 0,2866x + 0,00225x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,999;$$

gdje je:

y – volumni udio 1-3 rednih trakova, a

x – starost goda.

Dobiveni indeksi korelacije kazuju da je volumni udio 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu donjih, srednjih i gornjih grana u skoro potpunoj korelaciji sa starosti goda.

**Volumni udio 1-3 rednih drvnih trakova na različitim udaljenostima presjeka tenzijskog drveta grana -**  
*Volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays at the different distances of the section of tension branch wood*

Kumulativni rezultati mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova u poprečnom smjeru grana na različitim udaljenostima presjeka u zoni tenzijskog drveta prikazani su na grafikonu 3.

Volumni udio 1-3 rednih trakova na udaljenosti 0,5 m od debla dobiven na osnovu 580 mjerenja varira u granicama od 6,58 do 30,21 %, s prosjekom  $12,64 \pm 0,261$  % i standardnom devijacijom  $3,21 \pm 0,185$  %.

Na osnovu 555 mjerenja dobiven je volumni udio 1-3 rednih trakova na udaljenosti 1,0 m od debla. Variranje je u granicama od 6,82 do 20,42 %, s prosjekom  $12,54 \pm 0,306$  % i standardnom devijacijom  $3,68 \pm 0,216$  %.

Na udaljenosti 1,5 m od debla u tenzijskom drvetu grana izvršeno je 495 mjerenja volumnog udjela 1-3 rednih trakova. Variranje je u granicama od 5,91 do 22,17 %, s prosjekom  $13,67 \pm 0,287$  % i standardnom devijacijom  $3,26 \pm 0,203$  %.

Granice u kojima se kreće volumni udio 1-3 rednih trakova na udaljenosti 2,0 m od debla su od 8,38 do 22,28 %, s prosjekom  $14,51 \pm 0,411$  % i standardnom devijacijom  $3,51 \pm 0,291$  %, a rezultati su dobiveni na osnovu 280 mjerenja.

Variranje volumnog udjela 1-3 rednih trakova na udaljenosti 2,5 m od debla je u granicama od 6,88 do 22,17 %, s prosjekom  $14,19 \pm 0,481$  % i standardnom devijacijom  $3,56 \pm 0,340$  %. Izvršeno je 210 mjerenja.

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

a) za 0,5 m od debla:

$$y = 16,09234 - 0,2041x + 0,0008571x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,988;$$

b) za 1,0 m od debla:

$$y = 18,0936 - 0,3858x + 0,003821x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,982;$$

c) za 1,5 m od debla:

$$y = 17,1582 - 0,2063x + 0,0006429x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,995;$$

d) za 2,0 m od debla:

$$y = 16,636 + 0,02920x - 0,00520x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,997;$$

e) za 2,5 m od debla:

$$y = 18,5961 - 0,2349x - 0,0003250x^2, \text{ sa indeksom korelacije } R = 0,994;$$

gdje je:

y – volumni udio 1-3 rednih trakova, a

x – starost goda.

Dobiveni indeksi korelacije kazuju da je prema navedenim jednačinama zavisnost volumnog udjela 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu grana na udaljenosti 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 i 2,5 m od debla u skoro potpunoj korelaciji sa starosti goda.



## ZAKLJUČAK – Conclusion

Na bazi dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

Volumni udio 1-3 rednih trakova u deblu kreće se u granicama od 4,96 do 15,21 %, s prosjekom  $9,31 \pm 0,128$  % i standardnom devijacijom  $1,35 \pm 0,0902$  %, a u skoro potpunoj je korelaciji sa starosti goda (  $R = 0,984$ ).

Volumni udio 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana varira u granicama od 6,21 do 23,16 %, s prosjekom  $14,91 \pm 0,145$  % i standardnom devijacijom  $3,40 \pm 0,102$  %, a u skoro potpunoj je korelaciji sa starosti goda (  $R = 0,999$ ).

Volumni udio 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana raste od donjih do srednjih grana, a dalje prema vrhu krošnje ostaje približno konstantan.

Volumni udio 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana postepeno raste od 0,5 do 2,0m od pazuha grana, a dalje prema vrhu grana ostaje približno konstantan.

Volumni udio 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu grana varira u granicama od 5,91 do 30,21 %, s prosjekom  $13,43 \pm 0,135$  % i standardnom devijacijom  $3,17 \pm 0,0954$  %, a u skoro potpunoj je korelaciji sa starosti goda (  $R = 0,998$ ).

Volumni udio 1-3 rednih trakova u tenzijskom drvetu grana postepeno raste od donjih do srednjih grana, a dalje prema vrhu krošnje ostaje približno konstantan.

Volumni udio 1-3 rednih trakova na presjeku od 0,5 do 2,0 m od debla postepeno raste, a dalje prema vrhu grana ostaje približno konstantan.

Volumni udio 1-3 rednih trakova u normalnom drvetu grana veći je za 5,60 % od volumnog udjela u deblu, a također je veći za 1,48 % od volumnog udjela u tenzijskom drvetu grana.

## LITERATURA – References

- ERAK, S. (1968): Prilog poznavanju veličine i gustoće nekih elemenata anatomske građe bukve (*Fagus moesiaca* Dom.) iz srednje Bosne, «Pregled» br. 2, Sarajevo.
- ERAK, S. (1967): 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.
- PETRIĆ, B., ŠČUKANEC, V. (1980): Neke strukturne karakteristike domaće bukovine (*Fagus silvatica* L.), Drvna industrija, br. 9-10, Zagreb.
- PETRIĆ, B., ŠČUKANEC, V. (1986): Struktura drva domaće bukve (*Fagus silvatica* L.). Kolokvij o bukvi, Velika, 22-24.11.1984, Šumarski fakultet Zagreb.
- ŠOŠKIĆ, B., POPOVIĆ, Z. (2002): Svojstva drveta, udžbenik, Šumarski fakultet, Beograd.

WAGENFÜHR, R. I SCHEIBER, CHR. (1974): Holzatlas, VEB Fachbuchverlag Leipzig, str: 333 – 335.

### Summary

This paper presents the results of research on the variability of volume proportion of 1 – 3 seriate wood rays in the stem and branches (normal and tension wood) of beech (*Fagus sylvatica L.*) from Management Unit „Kalin Radovan“ Bugojno.

Volume proportion of 1 – 3 row rays in the stem varies in the limits of 4.96 to 15.21 %, with average of  $9.31 \pm 0.128$  % and standard deviation  $1.35 \pm 0.0902$ %.

Variation of volume proportion of 1 – 3 rows rays in normal branch wood is within the limits of 6.21 – 23.16 %, with average of  $14.91 \pm 0.145$  % and standard deviation  $3.40 \pm 0.102$  %.

In tension branch wood volume proportion of 1 – 3 rows rays is within the limits of 5.91 to 30.21 %, with average of  $13,43 \pm 0,135$  % and standard deviation  $3.17 \pm 0.0954$  %.

Volume proportion of 1 – 3 rows rays in normal branch wood is higher by 5.60 % than volume proportion in the stem and by 1.48 % from volume proportion in tension branch wood.