

Слободанка Митровић
Станиша Банковић

UDK: 630*524.3
Оригинални научни рад

МОГУЋНОСТ КОРИШЋЕЊА ГРУПНЕ РЕГРЕСИЈЕ ПРИ АНАЛИЗИ РАЗВОЈА ДЕБЉИНСКЕ СТРУКТУРЕ У ПРЕБИРНИМ ШУМАМА ТАРЕ

Извод: Један од основних проблема пребирног начина газдовања је трајно очување, карактеристичне за овај структурни облик, расподеле броја стабала по дебљинским степенима - дебљинске структуре. Како је трајно одржавање пребирне структуре једино могуће систематским спровођеним пребирним газдовањем, превасходно пребирним сечама, то анализа развоја дебљинске структуре у току дужег временског периода може да укаже на успешност - неуспешностведеног пребирног начина газдовања. Стога је у овом раду проучавана могућност примене статистичког метода под називом групна регресија у сврху анализе стабилности, односно нестабилности дебљинске структуре у току дужег временског периода.

Кључне речи: пребирна шума, дебљинска структура, групна регресија, Тара

THE POSSIBILITIES OF USING GROUP REGRESSION IN THE ANALYSIS OF THE DIAMETER STRUCTURE DEVELOPMENT IN SELECTION FORESTS OF TARA

Abstract: One of the main problems of selection management is the permanent maintenance of the characteristic distribution, for this structural form, of tree numbers per diameter degrees - diameter structure. As the permanent maintenance of selection structure is possible only by systematic selection management, primarily by selection cuttings, the analysis of diameter structure development during a longer time period can point to the success - failure of the performed selection system of management. This paper deals with the application of statistical method, group regression, in the analysis of stability, i.e. instability of diameter structure during a longer time period.

Key words: selection forest, diameter structure, group regression, Tara

*др Слободанка Митровић, ванредни проф., Шумарски факултет Универзитета у Београду
др Станиша Банковић, редовни проф., Шумарски факултет Универзитета у Београду*

1. УВОД

Сложеност састава и развоја пребирних шума условила је да се правилност и законитост њених унутрашњих односа врло тешко откривају и полагано истражују. Стога су и проблеми у вези са изграђеношћу, развитком и продуктивношћу пребирних шума веома актуелни. Обиље проблема које прати истраживање пребирних шума пружа велике могућности за даља практична и теоретска истраживања њених унутрашњих односа.

Истраживање развоја пребирних шума се превасходно односи на проучавања њених структурних карактеристика. *„Структура пребирне шуме једна је од особито важних основа за њено поуздано и сигурно уређење. Не може се ни замислити ваљано уредјивање пребирне шуме без претходног и дубоког познавања њених структурних односа“* (Милетић Ж., 1950).

2. ПРОБЛЕМ РАДА

Основна карактеристика расподеле броја стабала по дебљинским степенима (дебљинска структура) у пребирним шумама је стално и правилно опадање броја стабала са повећањем пречника по једној хиперболичној кривој линији. Из овога произлази и да је основни проблем пребирног начина газдовања да се, по могућности, трајно одржи оваква опадајућа расподела броја стабала по дебљинским степенима. *„Пребирни карактер је само последица уредног и дуги низ година систематски спровођеног пребирног газдовања. Према томе, пребирни је карактер шуме највећим делом вештачка творевина која се трајно може одржати само пребирним сечама. Структурна лабилност пребирне шуме упућује нас на непрекидни рад у њој и стално преводјење ка оном стању које сматрамо као најповољније“* (Милетић Ж., 1950).

Из претходног произлази да се сталним праћењем и упоредном анализом структурних карактеристика пребирне шуме у току времена, може закључити о позитивним или негативним ефектима извршених сеча на трајном одржању пребирне структуре. Као један од метода за упоредну анализу структурних карактеристика пребирних шума у току времена могао би да послужи посебан статистички метод под именом групна регресија. Стога је циљ овог рада да се проучи могућност примене групне регресије при анализи развоја дебљинске структуре у пребирним шумама на Тари.

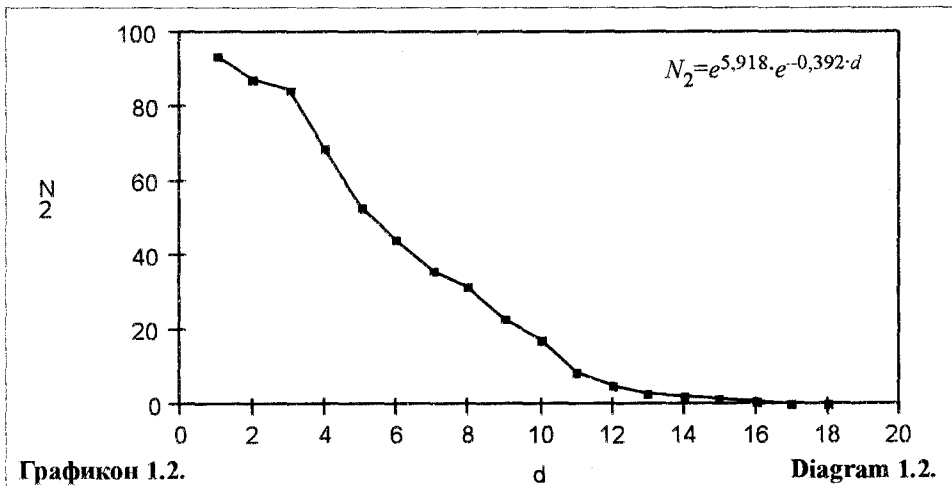
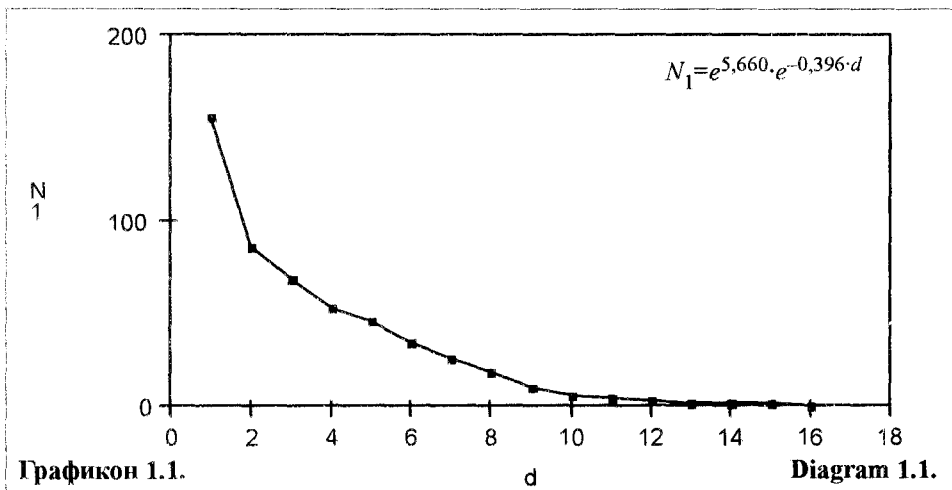
3. ОБЈЕКТ ИСТРАЖИВАЊА

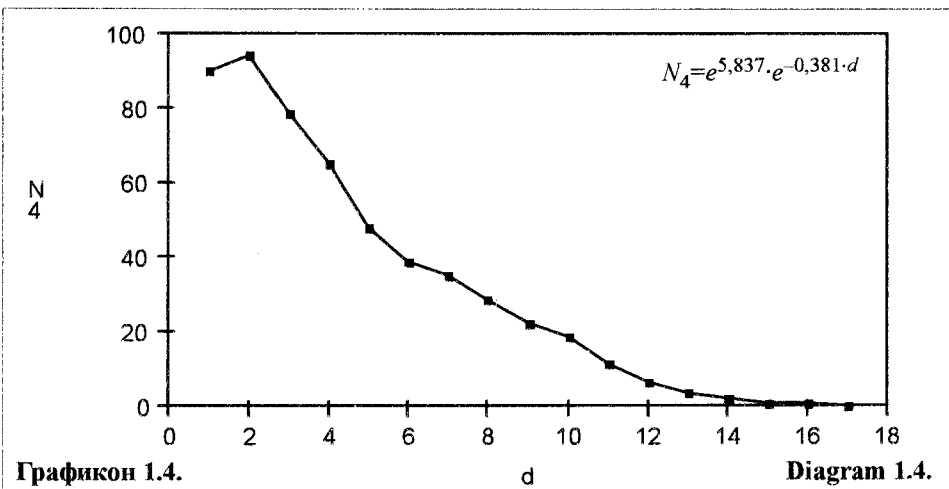
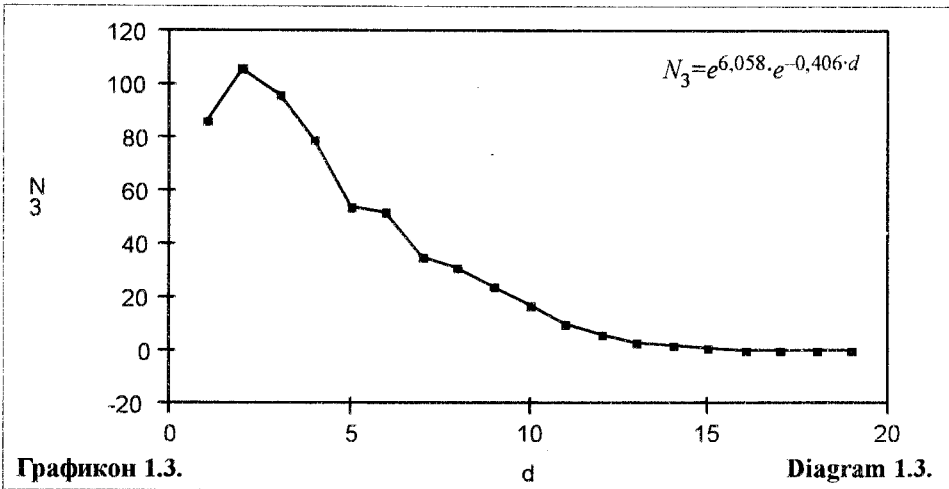
У оквиру овог рада анализирана су два одељења (51. и 75. одељење) у оквиру газдинске јединице „Тара“, Национални парк „Тара“ - Бајина Башта. Основни

подаци о расподели броја стабала по дебљинским степенима узети су из посебних основа за газдовање шумама из 1960., 1970., 1980. и 1990. године, а добијени су на основу потпуних (тоталних) премера који су вршени на целој површини ове газдинске јединице.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У статистичкој анализи упоредо је, током назначених година премера ($t_1=1960$, $t_2=1970$, $t_3=1980$, $t_4=1990$), у оквиру 51. одељења, праћен број стабала N

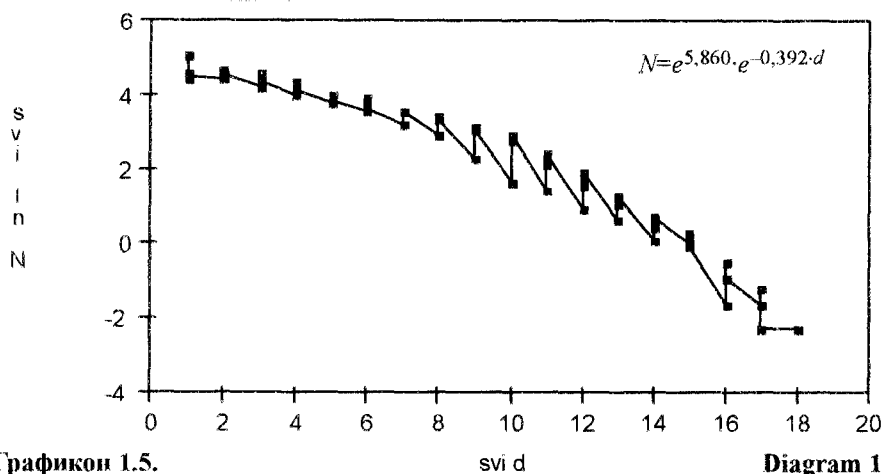




(N_1, N_2, N_3, N_4) , по дебљинским степенима d ($d=1, \dots, 20$). На основу добијене заједничке корелационе матрице: $\text{corr}(N_1, d) = -0,851$, $\text{corr}(N_2, d) = -0,964$, $\text{corr}(N_3, d) = -0,947$, $\text{corr}(N_4, d) = -0,957$, закључено је да постоји висок степен линеарне зависности између њих.

Након анализираних различитих облика зависности, као што су полиномијална, експоненцијална и линеарна, утврђено је да је зависност N од дебљинског степена d за сваки премер, најбоље објашњена кривом експоненцијалног облика:

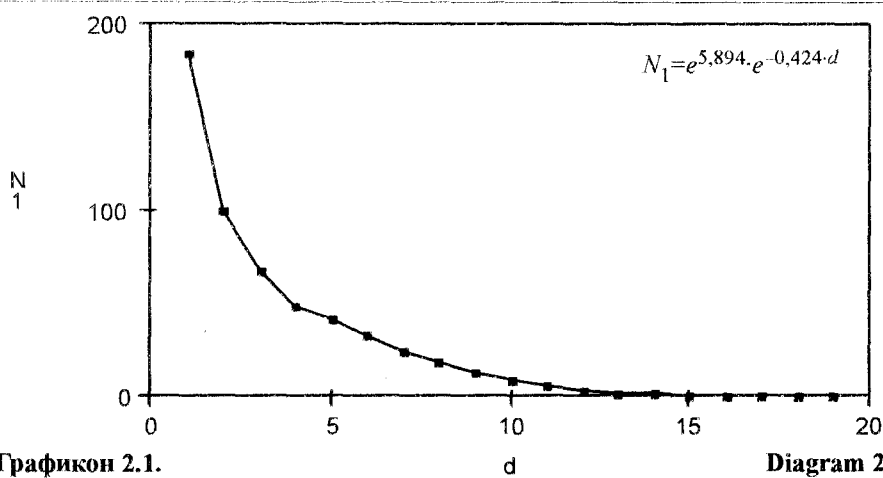
$$N = a \cdot e^{-b \cdot d}, \quad (1)$$



Графикон 1.5.

svi d

Diagram 1.5.



Графикон 2.1.

d

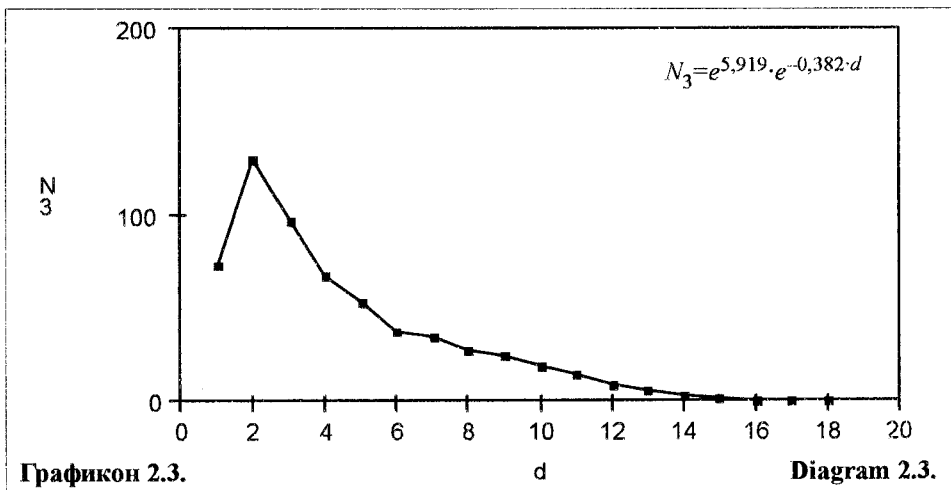
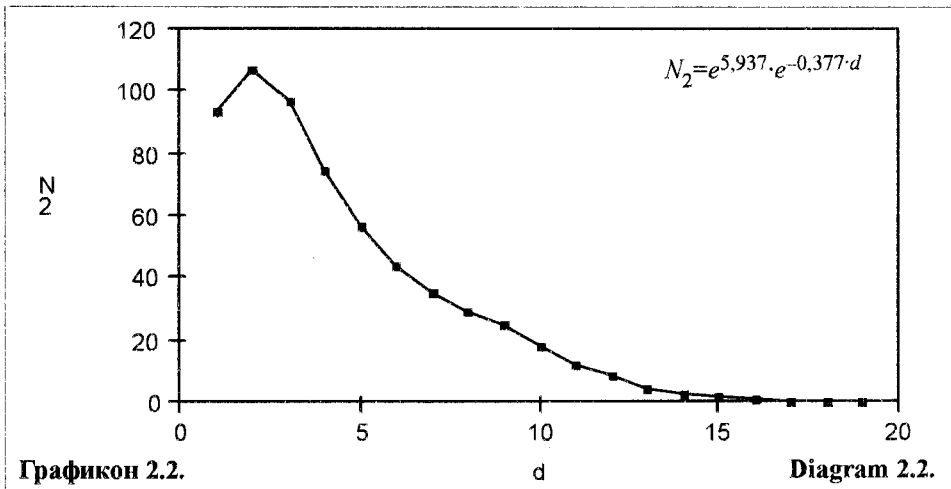
Diagram 2.1.

где су a и b тражени коефицијенти. Изабран облик криве је од раније познат у литератури (Мирковић Д., Банковић С., 1993). Логаритмовањем он се свео на линеаран модел:

$$\ln N = A + B \cdot d, \quad (2)$$

где је $A = \ln a$, а $B = -b$. Резултати су приказани у графиконима 1.1, 1.2, 1.3 и 1.4. При том су сви показатељи статистичке анализе (потребни при тестирању) били задовољавајући за прихватање тих зависности.

На питање да ли постоји јединствена функционална зависност за парове података (d, N_1) , уместо 4 горе наведених добијен је потврдан одговор и то применом



методе групна регресија. Другим речима, применом тестирања јединствености тих зависности, при 5% нивоу поверења, добијени су исти коефицијенти правца (нагиба) B и нивоа A у везама:

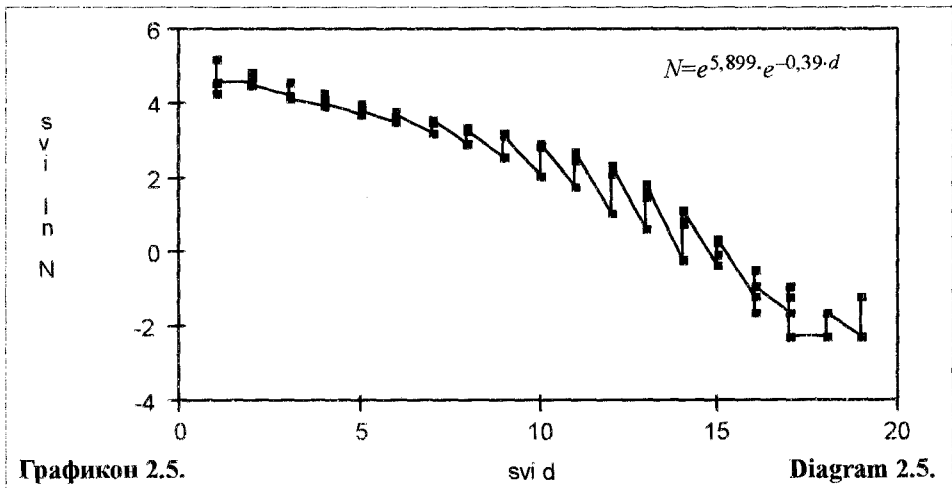
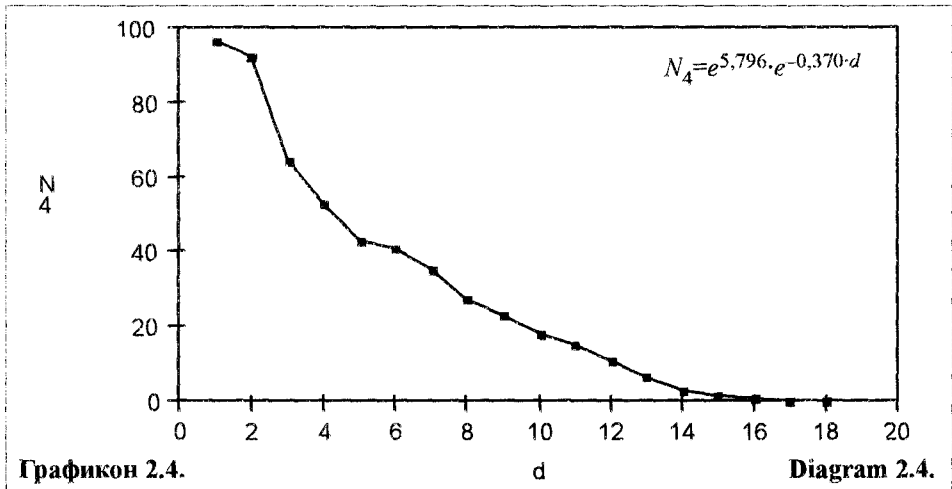
$$\ln N = A + B \cdot d, \quad (3)$$

тј. добијена је јединствена експоненцијална крива

$$N = e^{5.860} \cdot e^{-0.392 \cdot d}, \quad (4)$$

приказана у графикону 1.5, која важи у свим примерима, за дато одељење 51.

Исти поступак је примењен и за податке одељења 75. У статистичкој анализи анализирана је заједничка корелациона матрица: $\text{corr}(N_1, d) = -0,810$, $\text{corr}(N_2, d) =$



$=-0,947$, $corr(N_3, d)=-0,895$, $corr(N_4, d)=-0,947$. Такође, утврђено је да је зависност N од d , најбоље објашњена кривом експоненцијалног облика:

$$N = a e^{-b \cdot d} \quad (5)$$

Резултати су дати у графиконима 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4. При том су сви показатељи статистичке анализе били задовољавајући. Добијене су функције приказане у графиконима 2.1-2.4.

Применом групне регресије при 5% и 1% нивоу поверења, добијени су исти коефицијенти правца (нагиба) B и нивоа A у везама:

$$\ln N = A + B \cdot d, \quad (6)$$

тј. добијена је јединствена експоненцијална крива

$$N = e^{5,899} \cdot e^{-0,390 \cdot d}, \quad (7)$$

приказана у графикону 2.5, која важи у свим премерима, за дато одељење 75.

На крају је примењен метод групне регресије и за податке из одељења 51. и 75. и добијена је заједничка регресиона крива:

$$N = e^{5,9} \cdot e^{-0,39 \cdot d}, \quad (8)$$

5. МЕТОДА - ГРУПНА РЕГРЕСИЈА

Овом методом се утврђује да ли за две групе података, у овом случају (d, N_1) и (d, N_2) $i \neq j$, постоје две различите регресије или једна која се може применити за обе групе. Другим речима, метода даје одговор на питање да ли су појединачне регресије значајно различите у статистичком смислу или не.

Како се дата криволинијска зависност логаритмовањем своди на линеарну, то се, значи, упоређују две линеарне регресије:

$$y = A_1 + B_1 \cdot x, \quad (9)$$

$$y = A_2 + B_2 \cdot x, \quad (10)$$

за које се прво проверава разлика у нагибима B_1 и B_2 , а потом и у нивоима A_1 и A_2 , ($x = d$, $y = \ln N$). Ако постоји разлика у нагибима, регресије су различите, па се даље не испитује да ли су нивои евентуално исти.

Потребна израчунавања у методи илустрована су упоређивањем две групе података (d, N_1) и (d, N_2) , из одељења 51., за које су, из пратећих табела за графиконе 1.1 и 1.2, доступне следеће вредности:

- тотална сума квадрата са $n-1$ степени слободе у ознаци *Tot SS*;
- резидуална сума квадрата са $n-2$ степена слободе у ознаци *Res SS*;
- редукциона сума квадрата са 1 степеном слободе у ознаци *Red SS*, да важи $Red\ SS + Res\ SS = Tot\ SS$;
- $\sum x \cdot y = Red\ SS / B$, $\sum x^2 = Red\ SS / B^2$, са индексима 1 и 2, који се односе на I и II групу података.

Ови подаци се уносе у табелу (табела 1.3), где су у првој врсти подаци за I групу, у другој за II групу, а у последњој врсти суме по колонама.

Прво се израчунава заједничка резидуална сума:

$$Res\ SS^* = 135,449 - \frac{(-324,283)^2}{823,781} = 7,794 \quad (11)$$

и средња резидуална сума

$$Res\ MS^* = \frac{Res\ SS_1 + Res\ SS_2}{n_1 - 2 + n_2 - 2} = \frac{7,791}{30} = 0,260. \quad (12)$$

Након тога се формира F_{1, n_1+n_2-4} - вредност за Фишеров F -тест.

$$F_{1,30} = \frac{Res\ SS^* - (Res\ SS_1 + Res\ SS_2)}{Res\ MS^*} = \frac{7,794 - 7,791}{0,260} = 0,012 < F_t = 4,17. \quad (13)$$

Како је добијена вредност $F_{1,30}$ мања од табличне са 5% нивоом поверења, то онда значи да нема разлике у нагибима B_1 и B_2 . Само у том случају се наставља тестирање постојања разлике у нивоима A_1 и A_2 , такође F -тестом.

Сви подаци из I и II групе се споје и нађе се заједничка регресија:

$$y = 5,768 - 0,390x, \quad (14)$$

у којој су нове вредности: $n=34$, $Tot\ SS=135,524$, са $dF=33$ и $Res\ SS=8,545$ са $dF=32$ степени слободе.

Сада се израчунава вредност F_{1,n_1-1+n_2-1-1} коришћењем претходно добијене $Res\ SS^*$ у тесту за нагибе:

$$F_{1,31} = \frac{Res\ SS - Res\ SS^*}{Res\ SS^*} = \frac{8,545 - 7,794}{7,794} = \frac{0,751}{0,251} = 2,992 < F_t = 4,16. \quad (15)$$

$$\frac{n_1 - 1 + n_2 - 1 - 1}{31}$$

Табела 1.1. Зависна променљива $\ln N_1$

Table 1.1. Dependent variable $\ln N_1$

Варијабла Variable name	Коефицијент Coefficient	Станд. грешка Std. err. est.	t-статистика t-statistic	Веров.>t Prob.>t	
Константа Constant	5,660	0,185	30,655	0,000	
d	-0,396	0,019	-20,748	0,000	
Порекло Source	Сума квадрата Sum of squares	Степ. слободе Deg. of freedom	Сред. сума квад. Mean squares	F-однос F-ratio	Веров.>F Prob.>F
Модел Model	53,357	1	53,357	430,466	0,000
Грешка Error	1,735	14	0,124		
Укупно Total	55,093	15			
Коефицијент детерминације (R^2) Coefficient of determination (R^2)		0,969			
Кориговани коеф. детермин Adjusted coeff. of determination		0,966			
Коефицијент корелације (R) Coefficient of correlation (R)		0,984			
Стандардна грешка Standard error of estimate		0,352			
Durbin-Watson-ова статистика Durbin-Watson statistic		1,171			

Табела 1.2. Зависна променљива $\ln N_2$ Table 1.2. Dependent variable $\ln N_2$

Варијабла Variable name	Коефицијент Coefficient	Станд. грешка Std. err. est.	t-статистика t-statistic	Веров.>t Prob.>t	
Константа Constant	5,918	0,303	19,563	0,000	
<i>d</i>	-0,392	0,028	-14,011	0,000	
Порекло Source	Сума квадрата Sum of squares	Степ. слободе Deg. of freedom	Сред. сума квад. Mean squares	F-однос F-ratio	Веров.>F Prob.>F
Модел Model	74,301	1	74,301	196,314	0,000
Грешка Error	6,056	16	0,378		
Укупно Total	80,356	17			
Коефицијент детерминације (R^2) Coefficient of determination (R^2)		0,925			
Кориговани коеф. детермин Adjusted coeff. of determination		0,920			
Коефицијент корелације (R) Coefficient of correlation (R)		0,962			
Стандардна грешка Standard error of estimate		0,615			
Durbin-Watson-ова статистика Durbin-Watson statistic		0,248			

Табела 1.3.

Table 1.3.

dF	$Tot SS$	$\Sigma x \cdot y$	Σx^2	$Res SS$	$dF_{(error)}$
15	55,093	-134,740	340,252	1,735	14
17	80,356	-189,543	483,529	6,056	16
32	135,449	-324,283	823,781	7,791	30

Како је добијена вредност мања од табличне, значи, ни разлике у нивоима A_1 и A_2 нису значајне.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу изнетих резултата истраживања, може се закључити да се расподела броја стабала по дебљинским степенима (дебљинска структура) у сва четири премера за одељења 51. и 75., није мењала. Такође, показано је да за оба одељења може да се усвоји једна функционална зависност:

$$N = e^{5,9} \cdot e^{-0,39 \cdot d}$$

То за последицу има, уз претпоставку истих или сличних пребирних сеча и по обиму и по расподели посечених стабала по дебљинским степенима, да ће и у наредним премерима дебљинска структура остати непромењена.

Оваква проучавања имају превасходно за циљ да се, на основу постављања једног математичког модела развоја дебљинске структуре, те утицаја обима пребирних сеча и броја ураслих стабала на дебљинску структуру, симулацијом раста може предвидети каква ће расподела броја стабала по дебљинским степенима бити и у наредном или наредним премерима, односно дати прогноза будућег развоја пребирних састојина.

ЛИТЕРАТУРА

- Милетић Ж. (1950): *Основи уређивања пребирних шума*, Научна књига, Београд
- Мирковић Д., Банковић С. (1993): *Дендрометрија*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд
- Snedecor G.W., Cochran W.G. (1980): *Statistical Methods*, 7th Edition, The Iowa State University Press, Ames
- Freese F. (1967): *Elementary Statistical Methods for Foresters*, Agriculture Handbook 317, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington D.C.

Slobodanka Mitrović
Staniša Banković

THE POSSIBILITIES OF USING GROUP REGRESSION IN THE ANALYSIS OF THE DIAMETER STRUCTURE DEVELOPMENT IN SELECTION FORESTS OF TARA

Summary

Based on the presented study results, it can be concluded that the distribution of tree numbers per diameter degrees (diameter structure) in the four measurements of the compartments 51 and 75, did not change. It was also concluded that one functional dependence could be applied for both compartments:

$$N = e^{5,9} \cdot e^{-0,39 \cdot d}$$

The result of the above is that also in the following measurements, the diameter structure will remain unchanged, in cases of the same or similar selection cuttings both by the scope and by the distribution of felled trees per diameter classes.

The primary objective of this type of study is to predict, based on a mathematical model of diameter structure development, effect of the scope of selection cuttings and the number of recruitments on the diameter structure, and the simulation of growth, the distribution of trees per diameter classes in the following measurement or measurements, i.e. to foresee the future development of selection stands.