

ПРОУЧАВАЊЕ ИЗДАНАЧКЕ СПОСОБНОСТИ НИСКИХ БУКОВИХ ШУМА НА ПОДРУЧЈУ БРЕЗОВИЦЕ

МИЛУН КРСТИЋ
ВИОЛЕТА БАБИЋ

Извод: У раду је обрађена зависност изданачке способности - бројности изданака и њихових димензија од изданачке базе, односно пречника и висине пања у ниској буковој шуми на подручју Брезовице у североисточној Србији. Утврђена корелација може се изразити једначинама регресије - моделима. Статистички значајна зависност броја изданака из пања и њихових димензија од пречника пања констатована је на нивоу значајности $p < 0,01$, а броја и димензија изданака од висине пања на нивоу $p < 0,05$. Линеарна и експоненцијална функција су најповољније за изражавање ове зависности. Зависност броја изданака од здруженог утицаја пречника и висине пања је, такође, веома изражена и статистички значајна на нивоу $p < 0,01$. Наведену корелацију веома добро изражава линеарна функција.

Кључне речи: изданачка способност, број изданака, димензије изданака, корелације, моделовање.

Abstract: The dependence of coppice vigour - shoot number and dimension on the coppicing base, i.e. stump diameter and height was studied in a low beech forest in the region of Brezovica in northeast Serbia. The correlation can be expressed by the equations of regression - models. The dependence of the stump shoot number and dimension on stump diameter is statistically significant at the level of significance $p < 0.01$, and of the shoot number and dimension on stump height at the level of $p < 0.05$. Linear and exponential functions are the most adequate for the study of this correlation. The dependence of shoot number on the collective effect of stump diameter and height is also very marked and statistically significant at the level of $p < 0.01$. The above correlation is very well expressed by a linear function.

Key words: coppice vigour, shoot number, shoot dimensions, correlations, modelling

1. УВОД

Познато је да се обнављање шума вегетативним путем заснива на ре-генеративној способности дрвећа, односно способности да се из пања, корена или жила развијају изданци и избојци. При извођењу мелиоративних радова у шумарству применом супституције врста, односно оснивањем култура других врста, велики проблем одржавању новооснованих засада представљају изданци и избојци аутохтоне вегетације.

Др Милун Крстић, редовни професор; д-р инж. Виолета Бабић, асистент-приправник, Шумарски факултет, Београд.

** Рад је финансирао Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије, у оквиру Пројекта: "Производња дрвета у изданачким буковим шумама за задовољење нарастајућих потреба тржишта." БТН 6.1.0.7232.А.*

Избојна снага, или изданачка способност, према Али кал фи ћу (1970) и Крстићу (1997, 2002), је сложен појам, који је рашчлањен на избојност (способност појединих врста дрвећа да се репродукују вегетативним путем), енергију избојности, која је изражена укупном дужином изданака или избојака у току једног вегетационог периода, фонд избојности (способност биљке да се више пута репродукује све док јој избојна снага не престане – дужина трајања изданачке способности) и изданачку базу, која је изражена димензијама пања из којих се формирају изданци.

Изданачка способност, за већину врста дрвећа, начелно је позната из литературе. Међутим, бројна истраживања су показала да и код исте врсте дрвећа она зависи од старости стабла, старости пањева, порекла стабла, од станишних услова, времена сече и изданачке базе (Буношевац, 1951, Не стеров, 1954, Да ков и Вла сев, 1979, Али кал фи ћ, 1970, Кр сти ћ, 1997, 2002, Кр сти ћ и Ран ко ви ћ, 1996/97) и др. Досадашња сазнања из ове сложене проблематике се за практичну примену не могу сматрати довољним.

Нека од значајних питања у вези с тим су:

- каква је зависност појаве изданака из пања и њихових димензија од димензија пања;
- да ли се зависност између њих може дефинисати поузданим једначинама регресије, односно приказати моделима;
- колике димензије могу постићи једногодишњи изданци одређених врста на одређеном станишту;
- каква је разлика у изданачкој способности изданачких шума прве, друге и п-те генерације, и др.

Истраживањима Кр сти ћа и Ран ко ви ћа (1996/97) утврђено је да постоји зависност изданачке способности од изданачке базе, и та веза се може изразити моделима. При томе, констатована зависност може бити линеарна (са повећањем изданачке базе пропорционално се повећава број изданака) и експоненцијална, где је са повећањем изданачке базе степен повећања броја изданака све мање изражен). Због тога је задатак овог рада да се утврди изданачка способности изданачких букових шума на подручју североисточне Србије.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су вршена у изданачким буковим шумама на подручју Брезовице у североисточној Србији, на површини после извршене чисте сече у току зиме 2003. године. Старост састојина, односно пањева је 55-60 година.

2.1. Станишни и састојински услови

Истраживана сечина се налази на н.в. 800 *m*, на благо израженој северозападној до западно-југозападној експозицији и нагибу терена од 10°.

Геолошка подлога је кречњак, а земљиште је посмеђена рендзина на кречњаку. Станиште, према Б. Јовановићу *in litt* (Стојановић и сар., 1987), припада Планинској буковој шуми (*Dentario-Fagetum montanum*).

Климатске услове наведеног локалитета карактерише средња годишња температура ваздуха $8,0^{\circ}\text{C}$, у вегетационом периоду $14,3^{\circ}\text{C}$, просечна годишња количина падавина 828 mm , а у вегетационом периоду $49,3\%$ од годишње суме, и релативна влага ваздуха 76% . На основу класификације климе по Thornthweite-у, клима је умерено хумидна - типа B_2 (Бабић и Миловановић, 2003). Западна експозиција је утицала да је микроклима наведеног локалитета нешто ариднија у односу на приказане климатске карактеристике.

2.2. Метод рада

Анализа изданачке способности вршена је на овогодишњим пањевима у једној сезони - 2003. године Пањеви су били различите висине - у распону $10\text{-}35\text{ cm}$ и пречника $5\text{-}24\text{ cm}$, што је приказано у табели 2. Мерења су вршена на крају првог вегетационог периода, односно на једногодишњим изданцима. Одређиван је укупни број изданака и избојака, њихове димензије, место и начин појављивања.

У циљу статистичке обраде података, прикупљање података вршено је на површинама од по једног ара, са три понављања. Ради утврђивања зависности и евентуалних разлика у изданачкој способности од експозиције терена, површине су постављане на сверозападној, западној и западно-југозападној експозицији. Број пањева на једној површини кретао се између 44 и 54, што значи да је на површини било између 4400 и 5400 стабала по ха.

Начин појављивања изданака и избојака одређиван је по методу Аликалафића (1970), на основу њиховог размештаја на пању, корену и жилама и то: појединачно, бокорасто (ако се појављују више од једног у бокору) и у венцу - ако се појављују три или више један поред другог из калуса на челу пања. Место појављивања посебно је евидентирано ако се појављују изданци из пања (на челу или са стране), избојци из корена (јављају се из дела пања у земљи, у појасу између пања и жила) и избојци из жила поред матичног пања које се одвајају из главног корена (Крстић М., 1997).

За утврђивање претпостављених корелација, анализирана је зависност броја изданака из пања, њихове висине и пречника (Y), као зависно променљивих, од пречника пања (X_1) и висине пања (X_2), као независно променљивих. Примењена је једноставна и вишеструка (мултипла) регресиона и корелациона анализа. Избор функције (модела) извршен је на основу анализе дијаграма растурања емпиријских података и на основу статистичких показатеља и тестова (R^2 , R^2c , S_e , t -статистика и F -статистика). Коришћене су следеће функције: линеарна и експоненцијална (мултипликативна). Добијени регресиони модели представљају просечан однос анализираних зависности за конкретне станишне услове. Регресиона анализа вршена је са негруписаним подацима.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Како је већ наведено, изданачка способност представљена је бројем формираних изданака и избојака, бројем пањева из којих се појављују, начином и местом појаве, као и њиховим димензијама.

Извршена анализа варијансе (табела 1) показала је да између упоређиваних третмана (огледних површина на разним експозицијама) код свих анализираних елемената нема статистички значајне разлике на нивоу $p < 0,05$. То значи, да се може прихватити чињеница да у изданачкој способности, при осталим једнаким условима, код изданаčkih букових шума не постоји разлика на нивоу међуекспозиција – прелазних експозиција, већ да је треба тражити на нивоу главних експозиција (север, исток, југ, запад). Због тога су у даљим анализама сви подаци третирани као један узорак.

Табела 1: Анализа варијансе анализираних елемената

	Ds пања	Hs пања	Бр. изд.	h изд.	d изд.	Хомог.
ОП	cm	cm	kom	cm	mm	
I	9,7	20,1	6,6	40,9	11,7	*
II	10,1	23,5	10,1	33,9	9,5	*
III	9,1	18,7	9,4	40,9	10,0	*
Просечно	9,6	20,8	8,7	38,5	10,4	
F изр.	0,21	2,61	2,93	1,62	2,67	
Fтабл(0,05)	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	

3.1. Број, начин и место појаве изданака

Резултати истраживања, приказани у табелама 2 и 3 показују следеће:

-изданци се јављају на 55-57% пањева,

-избојци из жила нису констативани, а избојци из корена се јављају код свега 2,5% пањева,

-минимални број изданака на једном пању је један, максималан број 21, а просечно на једном пању има 8,0 изданака,

-изданци се јављају просечно у 95% случајева у бокору на пању са стране, а појединачно на 17% пањева,

-минималан број изданака у једном бокору је два, максималан 10, а просечан, 4,1,

-на челу пања изданци се јављају у свега 1,3% случајева, у бокору,

-изданци имају веома изражену изданаčku енергију, тако да у току прве године највиши изданци имају висину 20-56 cm, просечно 38,5 cm,

-пречник врата највиших изданака износи 6-15 mm, просечно 10,4 mm.

Табела 2: Димензије анализираних пањева (D_p , H_p), број изданака на пању (N), њихова висина (h) и пречник (d)

	D_p [cm]	H_p [cm]	N [ком]	h_{max} [cm]	d_{max} [mm]
Најмањи	5	10	1	20	6
Највећи	24	35	21	56	15
Просечно	9,6	20,8	8,0	38,5	10,4

Табела 3: Начин и место јављања изданака и избојака

	Из пања					Из корена			Укупно
	Са стране		На челу		Укупно	Појед.	Бокор	Укупно	
	Појед.	Бокор	Пој.	Бокор					
Ком	0,3	7,4	-	0,1	7,8	0,04	0,16	0,2	8,0
%	3,8	94,9	-	1,3	100	20,0	80,0	100	
%	97,5					2,5			100

3.2. Зависност броја и димензија изданака од пречника пања

Основна претпоставка била је да се са повећањем пречника пања повећава и број изданака, њихова висина и дебљина, јер је већа изданачка база, самим тим и већа могућност њиховог образовања. Како је у методу рада наведено, за утврђивање претпостављених корелационих веза, коришћене су линеарна и експоненцијална (мултипликативна) функција општег облика:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

$$Y = aX^b \quad (2)$$

Статистички високо значајна зависност бројности изданака из пања и њихових димензија (Y) од пречника пања (X_1) констатована је код свих анализираних елеманата (табела 4) за обе функције. Како је линеарни модел једноставнији за употребу, у даљем раду је он коришћен и приказан, и препоручује се за практичну употребу.

У једначинама регресије пречник пања је изражен у *cm*. Број изданака (комада) се добија по једном пању, висина изданка у *cm*, а пречник врата изданка у *mm*. Запажа се да је постоји статистички високо значајна зависност - на нивоу $p < 0,01$, јер су статистички сигнификантни коефицијенти корелације знатно већи од граничних табличних вредности (0,372).

На основу вредности параметара уз независно променљиву (b) са великом вероватноћом може се очекивати да ће се са повећањем пречника пања за 1 *cm* повећати број изданака за 0,6 комада, висина изданка за 1,3 *cm* а његова дебљина за 0,25 *cm*.

Табела 4: Статистички показатељи и параметри једначина регресије за однос пречника пања, броја и димензије изданака

Функција	Статист. показ.	Бр. изд. f(Dпанја)	Н. изд. f(Dпанја)	Д изд f(Dпанја)	
Права	R	0,573**	0,464**	0,387**	
	R ²	0,328	0,215	0,149	
	F	21,0	11,8	7,6	
	S _e	3,65	11,1	2,0	
	Парам. a		3,199	21,004	8,067
	b		0,572	1,303	0,242

* статистички значајно на нивоу $p < 0,05$

** статистички значајно на нивоу $p < 0,01$

3.3. Зависност броја и димензија изданака од висине пања

Зависност броја изданака из пања и њихових димензија (Y) од висине пања (X_2), такође, је знатно изражена. Обе коришћене функције дају добре резултате изравнавања, односно показују да постоји статистички значајна зависност анализираних елемената на нивоу $p < 0,05$. Наведену зависност на задовољавајућем нивоу, исто тако, најбоље изражава једначина праве (табела 5). Констатовани статистички сигнификантни коефицијенти корелације су знатно већи од критичних табличних вредности (0,23). Они су нешто нижи од наведених вредности за значајност везе на нивоу $p < 0,01$, што значи да је зависност броја изданака, њихове висине и дебљине, мање зависна од висине пања него од пречника пања.

Табела 5. Статистички показатељи и параметри једначина регресије за однос висине пања, броја и димензије

Функција	Статист. показ.	Бр. изд. f(Нпања)	Н изд. f(Нпања)	Д изд. f(Нпања)
Права	R	0,364*	0,301*	0,352*
	R^2	0,133	0,091	0,124
	F	6,6	4,3	6,1
	S_e	4,14	11,9	2,6
	Парам. a	3,343	26,071	7,145
	b	0,258	0,601	0,157

* статистички значајно на нивоу $p < 0,05$

** статистички значајно на нивоу $p < 0,01$

Параметри уз независно променљиву (b) показују да се са повећањем висине пања за 10 cm може очекивати повећање броја изданака за 2,5 комада, њихове висине за 6 cm и дебљине за 1,6 mm.

3.3. Вишеструки модел зависности броја изданака и њихових димензија од пречника и висине пања

Анализирани фактори, односно пречник и висина пања, како је утврђено, утичу на број изданака појединачно и заједно, тако што се међусобно допуњују, условљавају и делимично замењују. Због тога су за утврђивање зависности броја изданака из пања од наведених фактора израђени и вишеструки модели, који имају следећи општи облик:

$$Y = a + bX_1 + cX_2, \quad (3)$$

$$Y = aX_1^b X_2^c \quad (4)$$

С обзиром на чињеницу да и у овом случају оба коришћена регресиона модела показују високо статистички значајну зависност анализираних елемената, као и код једноструке регресије, приказан је, као једноставнији, линеарни модел.

Табела 6: Статистички показатељи и параметри једначина вишеструких регресија

Функција	Статист. показ.	Бр. изд. f(D и H пања)	Н. изд. f (D и H пања)	D изд. f (D и H пања)	
Права	R	0,58**	0,47**	0,428*	
	R^2	0,336	0,221	0,183	
	F	10,6	6,0	4,7	
	S_e	3,67	11,2	2,6	
	Парам.	a	2,196	23,487	6,759
		b	0,521	1,175	0,176
		c	0,072	0,181	0,094

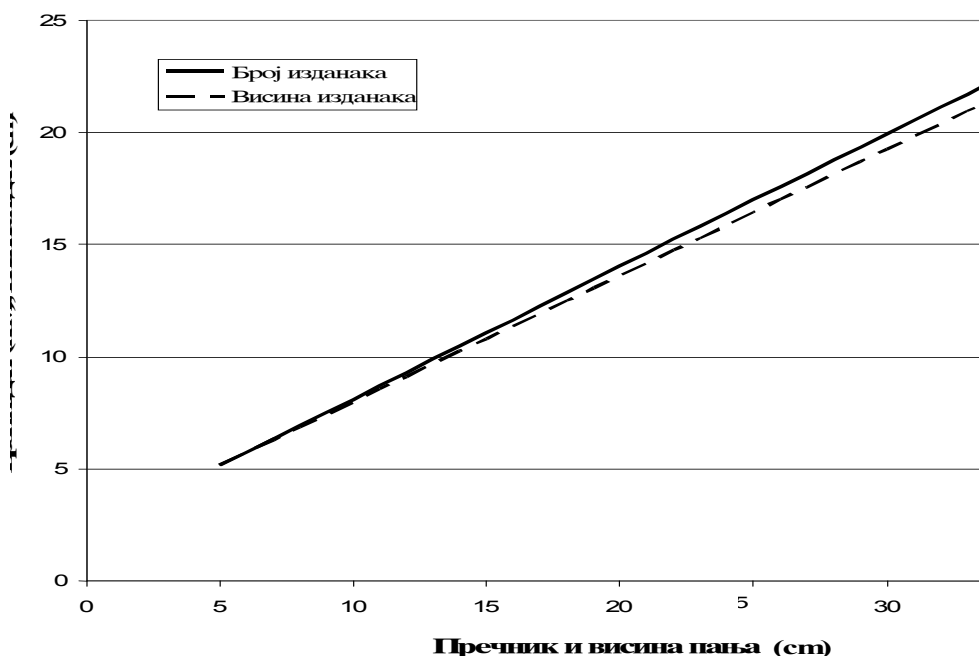
* статистички значајно на нивоу $p < 0,05$

** статистички значајно на нивоу $p < 0,01$

Добијени модели регресије дају веома добре резултате (табела 6). Уочава се да сви параметри имају очекивани позитиван предзнак, што је у складу са основном хипотезом, тј. биолошким особинама врста, да се са повећањем димензија пања, повећавају број и димензије изданака. То истовремено значи да није изражена мултиколинеарност између пречника и висине пања у погледу утицаја на изданачку способност букве. Констатоване зависности су статистички високо сигнификантне на нивоу $p < 0,01$ (код броја изданака и њихове висине), односно на нивоу $p < 0,05$ - код пречника врата изданка.

Параметар (b) уз пречник (X_1) означава да се са повећањем пречника пања за 1 cm може очекивати повећање броја изданака букве за 0,5, висине изданка за 1,2 cm и његове дебљине за 0,2 mm. Параметри (c) уз висину (X_2) показују да се са повећањем висине пања за 10 cm може очекивати повећање броја изданака за 0,7, висина изданка за 1,8 cm и његова дебљина за 0,9 mm. Запажа се, да се коришћењем модела код једноставне и вишеструке регресије, добијају незнатне разлике у вредностима анализираних елемената, што указује да то нема великог утицаја на прогностичку моћ модела.

Добијени резултати могу се успешно користити за предвиђање броја изданака из пања, висине изданака и њихове дебљине, у зависности од изданачке базе (пречника и висине пања). Ти подаци су веома значајни код оснивања шумских засада при мелиорацији деградираних букових шума. На основу њих може се планирати потребна величина садница при пошумљавању и неопходне мере неге при одржавању засада, тј. неопходност и број ових узгојних захвата.



Графикон 1. Зависности издавачке способности од пречника и висине пања

Пошто је у раду коришћен експериментални материјал, добијени модели, према Черноу и Чумаченку (1993), припадају регресионој (феноменолошкој) групи модела. Могу да се уграде у тзв. "GAP-моделе" за симулацију процеса вегетативног подмлађивања у издавачкој буковој шуми.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу добијених резултата истраживања могу се извести следећи закључци:

1. Вегетативно подмлађивање издавачких букових шума значајно зависи од издавачке базе, односно димензија пања. Зависност броја изданака и њихових димензија од пречника и висине пања може се изразити једначинама регресије (моделима), и то линеарном и експоненцијалном једначином регресије.
2. Корелациона зависност броја изданака из пања и њихових димензија од пречника пања је статистички високо значајна - на нивоу $p < 0,01$. Најповољнија функција за изражавање ове зависности је линеарна функција (модел 1).
3. Статистички значајна зависност броја изданака и њихових димензија од висине пања констатована је на нивоу $p < 0,05$. Наведену зависност, исто тако, најбоље изражава линеарна функција (модел 1).
4. Зависност издавачке способности од здруженог утицаја пречника и висине пања је, такође, веома изражена и статистички значајна

на нивоу $p < 0,01$. И ову зависност најбоље изражава линеарна функција (модел 3).

5. Констатоване зависности и израђени модели могу веома ефикасно да послуже за предвиђање броја изданака из пања, висине изданака и њихове дебљине, у зависности од изданачке базе (пречника и висине пања), што указује на веома добру прогностичку моћ модела. На основу њих могу се планирати неопходни узгојни захвати при мелиорацији деградираних букових шума.
6. Наведене зависности се могу користити за изданачке букове шуме у идентичним условима средине, и могу да се уграде у тзв. "GAP-моделе" за симулацију процеса вегетативног подмлађивања букових шума.

ЛИТЕРАТУРА

- Аликалфић Ф. (1970): *Избојна снага неких лишћара*, СИТ шумарства БиХ, посебно издање, Сарајево.
- Бабић, В., Миловановић, Д. (2003) *Климатске карактеристике у планинској буковој шуми на Брезовици*. Шумарство 1-2, Београд, 125-132.
- Бунушевац Т. (1951): *Гајење шума*, књига I, Научна књига, Београд
- Чернов Н.И., Чумаченко С. И. (1993): *Крайњи обзор модели развоја лесних ценозов*. Научни труди, Випуск 248, МГУ, Москва (135-147)
- Даков, М., Власев, В. (1979): *Обшо лесоводство*. Земиздат, Софија.
- Крстић М. (1991): *Корелациона анализа неких важнијих елемената израђености кишњаквих састојина*. Гласник Шумарског факултета 73, Београд (251-259)
- Крстић, М., Ранковић, Н: (1996-97): *Пречник и висина пања као фактори изданачке способности неких врста дрвећа*. Гласник Шумарског факултета 78-79, Београд, 69-78.
- Крстић, М. (1997): *Проучавање изданачке способности неких врста дрвећа*, Шумарство 1, СИТ шумарства и прераде дрвета Срије, Београд (3-9)
- Крстић, М. (2002): *Мелиорација деградираних шума*. Скрипта, Шумарски факултет, Београд.
- Нестеров, В. Г. (1954): *Обшее лесоводство*. Москва - Ленинград.
- Стојановић Љ., Милин Ж.,... Крстић М. ет ал. (1987): *Резултати испитивања најповољнијих метода прореда букових шума преко научно-производних огледа на подручју шумских секција Бољевац и Бор у 1986. години*. Посебно издање, стр. 1-197, Београд.

STUDY OF COPPICE VIGOUR OF LOW BEECH FORESTS IN THE REGION OF BREZOVICA

Milun Krstić
Violeta Babić

Summary

The dependence of coppice vigour in a coppice beech forest was studied in the region of northeast Serbia. Coppice vigour was determined based on the number of formed stump shoots, their place and method of occurrence and their dimensions. Special attention was focused on the dependence of the number of formed shoots and their dimension on the coppicing base, i.e. on stump dimensions (diameter and height).

It was concluded that vegetative regeneration of coppice beech forests depends significantly on stump dimensions. The dependence of the shoot number and dimension on stump diameter and height can be expressed by regression equations (models) - linear and exponential equations of regression.

The correlation of stump shoot number and dimension on stump diameter is statistically highly significant - at the level of $p < 0.01$. Linear function is the most adequate expression of this correlation (model 1). Statistically significant dependence of shoot number and dimension on stump height occurs at the level of $p < 0.05$. This correlation is also best expressed by the linear function (model 1). The dependence of coppice vigour on the joint effect of stump diameter and height is also very high and statistically significant at the level of $p < 0.01$. This correlation is also best expressed by the linear function (model 3).

The observed correlations and the designed models can be applied very efficiently in the prediction of the number of stump shoots, shoot height and diameter depending on stump diameter and height, which points to a very good prognostic capacity of the models. They can be used as the base in planning the necessary silvicultural treatments in the reclamation of degraded beech forests in similar site conditions.