

## АНАЛИЗА ПРИМЕНЉИВОСТИ ЛИНЕАРНЕ РЕГРЕСИЈЕ КОД ГЕНЕРИСАЊА РЕГИОНАЛНОГ МОДЕЛА ПРОФИЛА ДЕБЛА\*

ПЕРО Ј. РАДОЊА<sup>1</sup>

**Извод:** У раду је предложен поступак за генерисање регионалних (генерализованих) модела профилне функције дебла базиран на линеарној регресији. Два генерализована модела базирана су на простој (једнострукој), а три на вишеструкој линеарној регресији. Модели су развијени на бази скупа података који се односе на смрчу (*Picea abies* L. Karst.) старости од 12 до 130 година. Посматран је један скуп од 42 стабла. Стабла су узета из 31 једнодобне састојине из Босне са надморских висина од 550 до 1400 метара. Измерено је по 13 пари података (пречник-висина) за свако стабло, а на основу пречника на прсној висини, који су измерени за сва стабла по састојинама, одређени су средњи састојински пречници и темељнице. Статистичка анализа добијених модела за посматран регион показује да су модели на бази линеарне регресије у погледу перформанси слични са моделима из литературе.

**Кључне речи:** регионални модел профилне функције дебла, генерализован модел, проста линеарна регресија, вишеструка линеарна регресија.

### ANALYSIS OF APPLICABILITY OF LINEAR REGRESSION IN GENERATING REGIONAL STEM PROFILE MODEL

**Abstract:** In this paper, the procedure based on linear regression to obtain a regional (generalized) stem profile models is proposed. The two regional models are based on the simple and three on multiple linear regressions. The models are developed to use the set of data of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) aged from 12 to 130 years. The dataset of 42 trees is considered. The trees are taken from 31 even-aged stands, from region of Bosnia. The study stands are situated at the altitude of 550 to 1400 meters. The 13 data-pairs, (diameter-height) are measured on each sample tree. Based on diameters at breast height these were measured on all trees in sample plots, mean stand diameters  $D_g$  [cm] and basal areas  $G$  [ $m^2/ha$ ] were computed. Statistical analysis of the proposed models in the study region, shows that the proposed models based on the linear regression are similar in point of performances with models from the existing literature.

**Key words:** regional stem profile model, generalized model, simple linear regression, multiple linear regression.

## 1. УВОД

Модификована Бринкова функција (МБФ) успешно моделира профилну функцију дебла у великом броју случајева у шумарској пракси. Поред добрих резултата код четинарских култура, Шмит (Schmidt, 2001) је утврдио да даје добре резултате и код лишћара, букве и храста. Из тог разлога, у бројним радовима

<sup>1</sup> др Перо Радоња, виши научни сарадник; Институт за шумарство, Београд.

\* Овај рад је финансиран од стране Министарства науке и заштите животне средине Републике Србије у оквиру пројекта: TP-6804.A.

(Riemer *et al.*, 1995), (Gadow *et al.*, 1996), (Hui and Gadow, 1997), (Korol and Gadow, 2003), (Rojo *et al.*, 2005) и (Radonja *et al.*, 2005), користе се МБФ за моделирање профила дебла. У случају примене МБФ за дефинисање профилне функције довољно је, поред пречника на прсној висини  $D$ , и укупне висине  $H$ , користити још само 3 додатна параметра -  $i$ ,  $p$  и  $q$ . Ова особина МБФ била је од кључног значаја за њено коришћење код дефинисања генерализованог, односно регионалног модела профила дебла, (Hui and Gadow, 1997), (Korol and Gadow, 2003) и (Matović *et al.*, 2007). Познато је да генерализован модел профила дебла омогућује процену запремине и дубећих стабала, с обзиром на то да се код израчунавања запремине користе само  $D$  и  $H$  и евентуално неки од састојинских параметара. У раду је предложено неколико процедура за дефинисање генерализованог модела профила дебла. Ови модели базирани су на простој и вишеструкој линеарној регресији.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

### 2.1. Подаци

Посматрани скуп података чине подаци сакупљени из 31 једнодобне састојине смрче (*Picea abies* L. Karst.) из региона Босне (Mau nga, 1995). Укупан број стабала износи 42, а број парова података (пречник-висина) 546. Посматране састојине налазе се на надморским висинама од 550-1400 метара, а старост стабала је од 12 до 130 година.

Бонитет станишта креће се у границама од I до V. Пречник на прсној висини измерен је за сва стабла из огледних површина, састојина, тако да су израчунати средњи састојински пречници и темељнице за све састојине. Величине огледних површина зависе од броја стабала по хектару, њихове старости, а крећу се од 0.05 до 0.5 ha.

Варијабилност основних података дата је у табели 1.

**Табела 1.** Преглед варијабилности основних података за разматран скуп  
**Table 1.** A review of variability of the basic data of considered data set

	42			
	$D$ [cm]	$H$ [m]	$D_g$ [cm]	$G$ [m <sup>2</sup> /ha]
Мин.	6.0	5.65	6.3	12.9
Макс.	48.4	36.15	47.8	62.9
Сред.	27.57	24.28	27.78	46.72
<b>SD</b>	10.58	7.86	10.70	12.23

У табели су коришћене следеће ознаке:  $D$  - пречник на прсној висини [cm],  $H$  - укупна висина дебла [m],  $D_g$  - средњи састојински пречник на прсној висини [cm],  $G$  - темељница [m<sup>2</sup>/ha].

## 2.2. Метод

У овом раду модели профила дебла базирани су на МБФ. У првом кораку потребно је извршити изравнавање измерених парова података за свако стабло користећи МБФ (Riemer et al., 1995; Radonja et al., 2005). На тај начин оригинални параметри  $i$ ,  $p$  и  $q$  МБФ су израчунати. Параметар  $i$  је пречник у тачки инфлексije (превојна тачка) код МБФ и дефинише заједничку асимптоту [cm],  $p$  дефинише перформансе МБФ у доњем делу дебла, од превојне тачке до нивоа земље, а  $q$  дефинише перформансе МБФ у горњем делу дебла, од превојне тачке до врха дебла.

Нагласимо да су оригинални параметри израчунати користећи по 13 измерених парова података за свако стабло. Мерења су обављена на 0.0 и 1.3 m, затим на секцијама једнаке релативне дужине (Hohenadl-ове секције: 0.1H, 0.3H, ..., 0.9H) као и на неким карактеристичним тачкама дуж дебла.

Циљ је наћи генерализован модел профила дебла за посматрани регион који омогућава израчунавање апроксимативних вредности параметара  $i$ ,  $p$  и  $q$ . Апроксимативне вредности ових параметара омогућавају израчунавање апроксимативне вредности запремине целе састојине.

## 3. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ОРИГИНАЛНИХ ПАРАМЕТАРА $i$ , $p$ И $q$

У свим случајевима изравнавања, 42x13 парова података, стандардна грешка моделирања  $S_{em}$  је врло мала, од 0.07 до 0.29, одговарајући корелациони коефицијент,  $r_{em}$  је веома велик, изнад 0.99%. То значи да оригинални  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметри, заједно са пречником на прсној висини и укупном висином дебла, успешно описују стварну профилну функцију дебла.

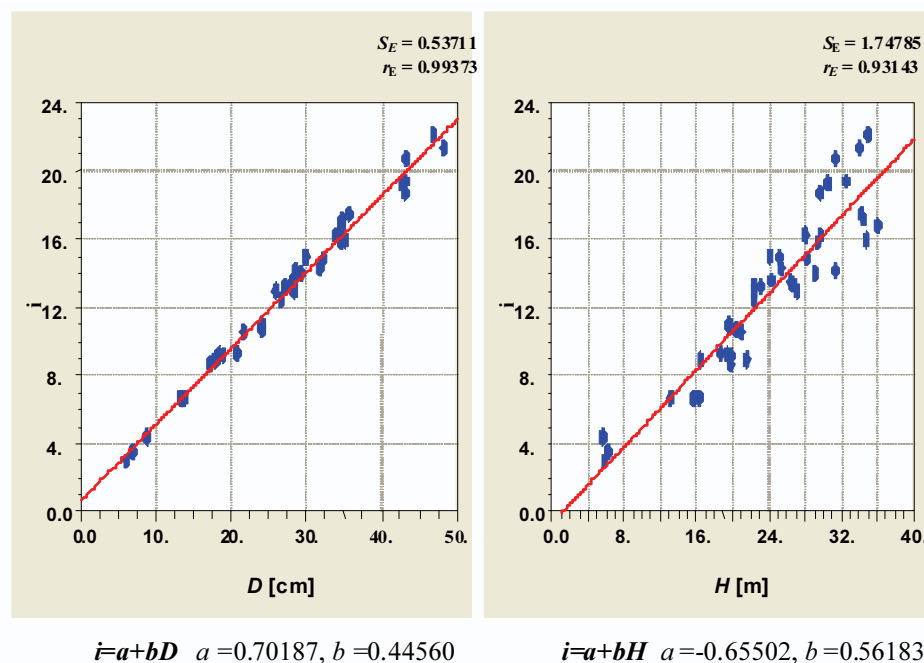
У пракси би било веома корисно израчунати апроксимативне вредности  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметара за сва стабла. Генерализовани модел профила дебла омогућује управо то, апроксимативно израчунавање  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметара. Како су  $D$  и  $H$  расположиви за свако стабло, било би веома корисно да се  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметри одреде само у функцији од  $D$  или  $H$ ,  $D$  и  $H$  и, евентуално, у функцији од средњег састојинског пречника или темељнице.

На графикону 1 представљене су оригиналне вредности  $i$  параметара, прво, у функцији од  $D$ , а затим и у функцији од  $H$ .

На истом графикону представљене су регресионе линије као и вредности регресионих коефицијената  $a$  и  $b$ . Коефицијент  $a$  представља одсечак на  $y$  оси, а коефицијент  $b$  нагиб регресионе линије. На графикону је поред стандардне грешке оцењивања  $S_E$ , представљена и корелисаност оцењених података, тј., корелациони коефицијент оцењивања  $r_E$ .

Јасно је да се слични графикони могу нацртати и за  $p$  и  $q$  параметре. На основу графикана 1, параметар  $i$  може бити оцењен, апроксимативно израчунат, на основу само  $D$ , простом применом представљене регресионе линије. Стандардна грешка оцењивања  $S_E$  је мала и износи 0.53771, а корелациони коефицијент  $r_E$  има високу вредност, 0.99373. Ако се параметар  $i$  израчуна на основу  $H$ ,  $S_E$  ће бити 3 пута веће, 1.74785, док ће корелациони коефицијент бити мањи, 0.93143. На сличан начин, упоређујући одговарајуће графиконе за параметре  $p$  и  $q$ , може се генерално

закључити да је и ове параметре поузданије израчунати на основу  $D$  него на основу  $H$ .



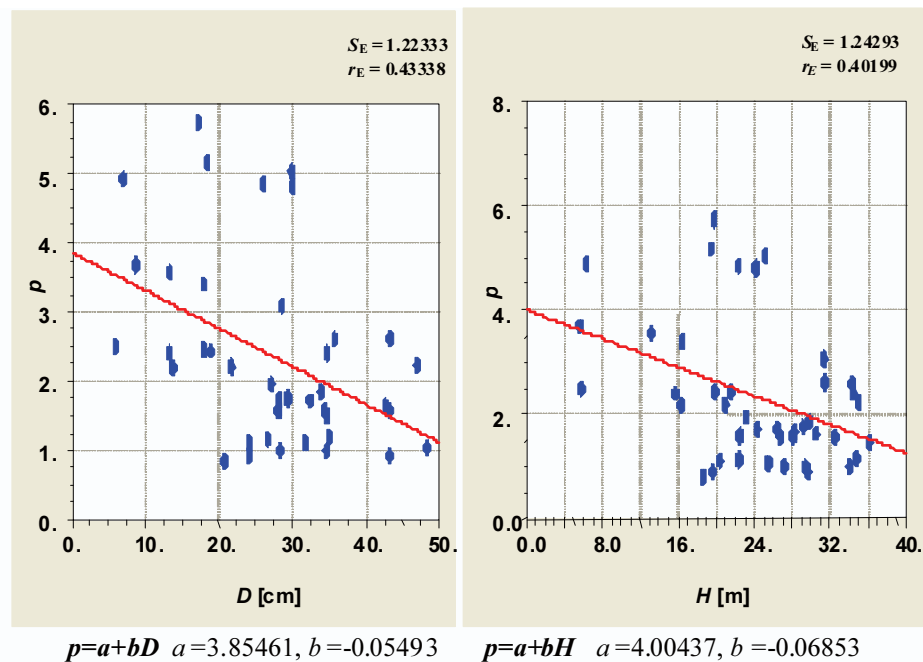
Графикон 1. Оригинални параметри  $i$  у функцији од  $D$  и  $H$   
Diagram 1. Original parameters  $i$  versus  $D$  and versus  $H$

Неповољна околност је што параметри  $p$  и  $q$ , у односу на параметар  $i$ , имају већу дисперзију па су вредности  $S_E$  за њих веће, а вредности  $r_E$  мање и износе, нпр., за параметар  $p$ , графикон 2, 1.22333 и 0.43338. Ове вредности није могуће значајније поправити (побољшати) ни у случају када се као регресиона функција користи квадратна функција или полином вишег реда.

Сумарне вредности најважнијих статистичких показатеља  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметара приказане су у табели 2.

Табела 2. Статистика оригиналних  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметара  
Table 2. Statistics of the original  $i$ ,  $p$  and  $q$  parameters

	$i$	$p$	$q$
Минимална	2.9580	0.8241	0.0216
Максимална	22.0968	5.7208	0.1327
Средња вредност	12.9887	2.3401	0.0776
SD	4.7439	1.3408	0.0236



Графикон 2. Оригинални параметри  $p$  у функцији од  $D$  и  $H$   
 Diagram 2. Original parameters  $p$  versus  $D$  and versus  $H$

#### 4. РАЗВОЈ ГЕНЕРАЛИЗОВАНИХ МОДЕЛА ПРОФИЛА ДЕБЛА

У овој секцији биће представљене две процедуре за генерисање регионалних (генерализованих) модела. Прва процедура базирана је на примени просте, а друга на примени вишеструке линеарне регресије.

##### 4.1. Генерализовани модели профила дебла базирани на простој линеарној регресији

На основу графикона 1, као и претходне дискусије, можемо закључити да је у случају примене просте линеарне регресије боље одредити параметре  $i$ ,  $p$  и  $q$  у функцији од  $D$  него од  $H$ . На тај начин ми добијамо *Model 1*, (SimLinRegofD). Сличан приступ примењен на одговарајуће податке дат је у Ra don ja *et al.* (2006a).

*Model 1.* (SimLinRegofD)

$$i = 0.70187 + 0.44560D \quad (1)$$

$$p = 3.85462 - 0.05493D \quad (2)$$

$$q = 0.13196 - 0.00178D \quad (3)$$

Међутим, како  $q$  дефинише перформансе МБФ у горњем делу дебла, логично је узети да је  $q$  линеарна функција од  $H$ . Сада се сет једначина које дефинише *Model*

2 разликује од сета једначина коме одговара *Model 1*, само за једначину која дефинише параметар  $q$ , тј., *Model 2* (SimLinRegDorH) чине једначине (1), (2) и (4).

$$\begin{aligned} & \text{Model 2. (SimLinRegDorH)} \\ & q=0.09835-0.00085H \end{aligned} \quad (4)$$

У следећем одељку (одељак 5.) биће показано да *Model 2* представља врло добар модел за посматрани регион.

#### 4.2. Генерализовани модели базирани на вишеструкој линеарној регресији

У најједноставнијем моделу базираном на вишеструкој регресији,  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметри су истовремено линеарне функције од  $D$  и  $H$ . Релације које дефинишу *Model 3* (MultLinRegD&H) добијене су израчунавањем одговарајуће вишеструке регресије. Сличан приступ и проблем дат је у Ra don ja *et al.* (2006b).

$$\begin{aligned} & \text{Model 3. (MultLinRegD\&H)} \\ & i= 0.27998+0.39321D +0.07685H \\ & p=3.88179-0.05155D - 0.00495H \\ & q=0.09471-0.00153D+0.00104H \end{aligned} \quad (5)$$

У пракси су поред  $D$  и  $H$ , често расположиве и још неке карактеристичне величине. Да би повећали тачност модела, у следеће анализе биће укључени или средњи састојински пречник или темељница.

Прво је предложен *Model 4* који је базиран на  $D$ ,  $H$  и  $Dg$ . Израчунавањем одговарајућих вишеструких регресија добијамо једначине (6), које дефинишу *Model 4* (MultLinRegD&H &Dg).

$$\begin{aligned} & i= 0.30281 + 0.28733D - 0.07328H + 0.10738Dg \\ & p=3.90766 - 0.17155D - 0.00899H + 0.12169Dg \\ & q=0.09382 - 0.00258D + 0.00117H - 0.00417Dg \end{aligned} \quad (6)$$

У литератури која се односи на генерализоване моделе, могу се наћи, поред генерализованих модела који су базирани на  $Dg$  (Hui and Gadow, 1997) и генерализовани модели који су базирани на  $G$  (Korol and Gadow, 2003). Ова чињеница је условила да се предложи и *Model 5*, базиран на  $D$ ,  $H$  и  $G$ . Као и у претходном случају, једначине које дефинишу *Model 5* (MultLinRegD&H&G), једначине (7), добијене су израчунавањем одговарајућих вишеструких линеарних регресија.

$$\begin{aligned} & \text{Model 5 (MultLinRegD\&H\&G)} \\ & i= 0.17913 + 0.39330D + 0.07561H + 0.00275G \\ & p=4.10135 - 0.05172D - 0.00226H - 0.00560G \\ & q=0.06083 - 0.00150D + 0.00062H + 0.00093G \end{aligned} \quad (7)$$

У циљу поређења резултата који се добијају применом ових модела, *Model 1 - Model 5*, са моделима који се могу наћи у литератури, примењен је на наше податке и модел предложен од стране Ко рол - Га до ва, (2003). У посматраном случају који садржи 42 стабала, модел Корол-Гадова добија облик:

$$i = e^{-0.28425+0.8763\ln(D)-1.3459/D} \quad (8)$$

$$p = \frac{HD}{0.4043D^2 + 17.7268(H/D)^2 - 7.4063/HG} \quad (9)$$

$$q = 0.4314e^{-8.83127/\ln G} (DH)^{2.31516/D} \quad (10)$$

## 5. РЕЗУЛТАТИ

Основна намена генерализованих модела профила дебла је процењивање што је могуће прецизније укупне запремине свих стабала посматраног станишта. Такође, значајно је и процењивање запремине индивидуалних стабала без систематске грешке, односно, без фиксне, сталне вредности одступања. Ово очигледно подразумева да грешке при израчунавању запремина појединих стабала морају бити различитог знака. (Неке од ових израчунатих запремина могу бити веће, док друге морају бити мање од стварних) Прихватљива тачност израчунавања запремина појединих стабала омогућава прихватљиву тачност код израчунавања запремина делова дебла.

Тачност и применљивост изложених генерализованих модела биће процењена на основу упоређивања оцењених запремина, тј. запремина добијених применом генерализованих модела  $V(Model 1), \dots, V(Model 5)$  са референтним запреминама. Референтне запремине су добијене за свако дебло посебно користећи МБФ, тј. користећи оригиналне вредности  $i$ ,  $p$  и  $q$  параметара, Rie mer *et al.* (1995) и Ra don ja *et al.* (2005),  $V(MBF)$ . Запремине ће бити упоређене применом регресионе анализе. Нагиб регресионе линије добијене на основу поређења, оцењених и референтних запремина, у идеалном случају, мора бити  $45^0$ . Исто тако, регресиона линија, у том случају, мора да почне из координатног почетка. Други пар резултата, код упоређивања запремина, представља статистичке перформансе поступка оцењивања запремина. Ово су регресиони статистички параметри, стандардна грешка оцењивања (естимације) запремине  $S_{VE}$  и корелациони коефицијент оцењивања запремине,  $r_{VE}$ . У циљу лакшег поређења основних карактеристика свих 5 предложених генерализованих модела, ови основни регресиони статистички параметри представљени су у табели 3.

Очигледно је да ће стандардна грешка оцењивања запремине  $S_{VE}$  бити мања уколико су оцењене запремине ближе референтним. Исто тако, корелациони коефицијент оцењивања запремине  $r_{VE}$  биће утолико већи уколико су оцењене запремине ближе референтним. Поређење је направљено на бази скупа података који садрже укупно 42 стабла из одговарајућих огледних површина. На тај начин за сваки модел постоји 4 регресиона статистичка параметра. Посматрајући свих 5 из-

ложених модела, најбољи резултат обележен је са *пуним италиком* бројевима, други у рангу са пуним, а трећи у рангу са *италиком* бројевима. Види се да је најбољи модел - *Model 2* (SimLinRegDorH), који је базиран на простој (једнострукој) линеарној регресији. Овај модел даје најбољи резултат за сва 4 посматрана параметра. Према статистичким показатељима други у рангу су *Model 1* (SimLinRegofD), модел код кога су сви параметри ( $i$ ,  $p$  и  $q$ ) изражени у функцији од  $D$  и *Модел 4*. Трећи у рангу је *Model 3*, са 2 трећа резултата, параметри  $a$  и  $r_{VE}$  и једним другим резултатом, параметар  $b$ .

**Табела 3.** Преглед основних статистичких показатеља (ОСП) свих 5 изложених модела

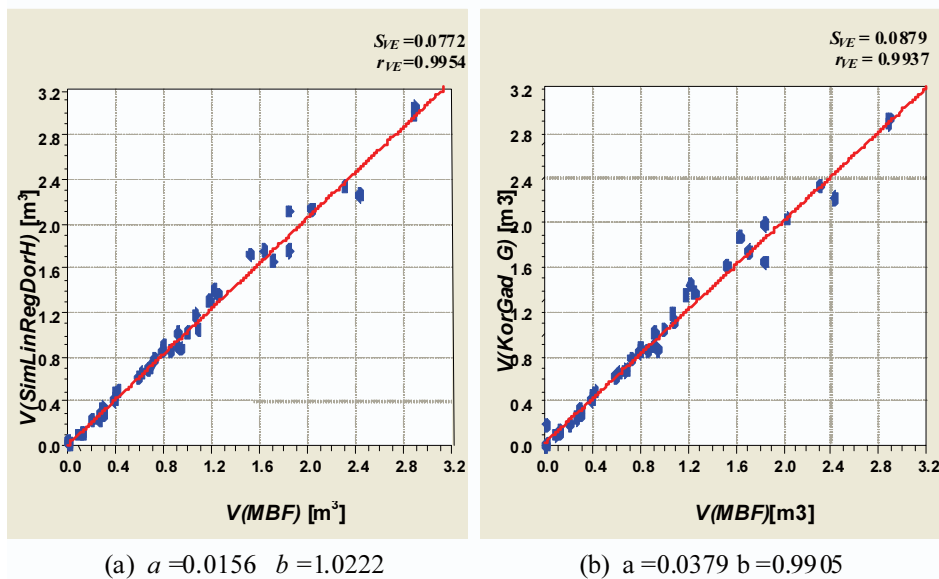
**Table 3.** A review of the statistical performances of all 5 studied models

Број стабала	ОСП	Модел				
		Проста линеарна регресија		Вишеструка линеарна регресија		
		Модел 1	Модел 2	Модел 3	Модел 4	Модел 5
		$D$	$D$ или $H$	$D\&H$	$D\&H\&Dg$	$D\&H\&G$
42	$S_{VE}$	<b>0.0873</b>	<b>0.0772</b>	0.0967	0.0983	0.0959
	$r_{VE}$	<b>0.9931</b>	<b>0.9954</b>	0.9922	0.9919	0.9918
	$a$	0.0717	<b>0.0156</b>	0.0480	<b>0.0476</b>	0.0680
	$b$	0.9381	<b>1.0222</b>	<b>0.9775</b>	<b>0.9775</b>	0.9442

Табела 3 показује да је за посматран регион најбоље користити *Model 2*, затим *Model 4* и *Model 1* и на трећем месту *Model 3*. *Model 5* не даје добре резултате и не треба га користити. Међутим, модел предложен од стране Корол-Гадова, за посматран скуп података за  $S_{VE}$ ,  $r_{VE}$ ,  $a$  и  $b$  даје следеће вредности: **0.0879**, **0.9937**, **0.0379** и **0.9905**, респективно. На основу ових података видимо да модел предложен од стране Корол-Гадова има најбољи врло важан параметар  $b$  и такође 2 друга резултата.

Поред података датих у табели 3, резултати поређења процењених вредности запремина (на основу генерализованих модела) и референтних запремина, дат је и на графикону 3. На овом графикону са (a) је обележен графикон (резултат) који одговара најбољем линеарном моделу, а са (b) графикон коју одговара моделу Корол-Гадова, односно моделу из литературе. Као у табели 3 одсечак на у оси и тангенс угла који захвата регресиона линија обележени су са  $a$  и  $b$  респективно. Статистичке перформансе код оцењивања запремине, тј. регресиони статистички параметри, стандардна грешка оцењивања запремине  $S_{VE}$  и корелациони коефицијент оцењивања запремине  $r_{VE}$ , такође су представљени на истим графиконима.





Графикон 3. Статистичке перформансе процењивања запремина (Величина узорка 42)  
 Diagram 3. Statistical performances in volume estimation (Total sample size 42)

## 6. ДИСКУСИЈА

Познато је да је генерално могуће повећавајући број улазних података, тј. број измерених података, смањити грешку оцењивања величине која се процењује. Међутим, улазни подаци морају бити некорелисани, што ће резултовати тиме да ће улазне грешке бити различитог знака. У статистичком смислу ово је разумљиво, јер то води поништавању грешке уведене са измереним подацима. Међутим, у нашем случају,  $D$  и  $H$  су корелисане, најчешће преко 80%, тако да су и грешке уведене са овим величинама корелисане. Из тог разлога, карактеристике генерализованих модела се не побољшавају уводећи поред  $D$ , и  $H$ , а затим још и  $G$  или  $Dg$ . Резултат је супротан:  $S_{VE}$  расте од 0.0772 до 0.0967, а затим до 0.0983. У нашем случају, Model 5 има мању стандардну грешку (0.0959) од Model-a 4 (0.0983).

## 7. ЗАКЉУЧЦИ

Овај рад показује да се најбољи резултат, за посматрани регион, добија са моделом који је базиран на простој линеарној регресији при чему се параметри  $i$  и  $p$  рачунају на основу вредности  $D$ , а параметар  $q$  на основу вредности  $H$ . Сличан резултат се добија са моделом Корол-Гадов-а. Нешто већа грешка добија се помоћу Модела 1 и Модела 4.

Анализирана стабла су веома различите старости и величина прсног пречника (табела 1). Из тог разлога, постоји велика дисперзија вредности параметара  $p$ , а у нешто мањој мери и параметара  $q$  и  $i$  (графикон 2 (b)). Ова чињеница искључила је

потребу за коришћењем комплексних нелинеарних функција за представљање поменутих параметара. Зато се у посматраном региону добри резултати постижу линеарном регресијом.

Резултати добијени поређењем оцењених и референтних запремина показују да се предложени генерализовани модел може успешно користити за израчунавање, како запремина индивидуалних стабала, јер је  $S_{VE}$  мало, тако и укупне запремине састојине, јер је параметар  $b$  регресионе линије приближно једнак јединици. Ово је обећавајући резултат за шумарску праксу јер показује да се предложени генерализовани модел профила дебла може примењивати код оптималног коришћења шумских ресурса.

## ЛИТЕРАТУРА

- Gadow, K.v., Heydecke, H., Riemer, Th. (1996): Zur Beschreibung der Schaftprofile stehender Waldbaeume. Festschrift, zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Alparslan Akca, Georg-August-Universitaet Goettingen, 31-43. (in German, with English abstract).
- Hui, G. Y., von Gadow, K. (1997): Entwicklung und Erprobung eines Einheitsschaftmodells fuer die Baumart *Cunninghamia lanceolata*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 116, 315-321. (in German, with English abstract).
- Korol M., von Gadow, K. (2003): Ein Einheitsschaftmodell fuer die Baumart Fichte. Forstwissenschaftliches Centralblatt 122, 1-8. (in German, with English abstract).
- Матовић, В. (2005): Нормално стање у смрчево-јеловим шумама - циљеви и проблеми газдовања на Златару. Normal state in spruce-fir forest – goals and problems in management in Zlatar. MSc thesis, Faculty of forestry, Belgrade. (in Serbian, with English abstract).
- Matović, B., Koprivica, M., Radonja, P. (2007): Generalized taper models for Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in Bosnia and west Serbia. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, No.178. Jg., 7/8, juli-august, pp.150-155.
- Маунага З. (1995): Производност и структурне карактеристике једнодобних састојина смрче у Републици Српској. Productivity and structural characteristics of same-age stands of spruce in Republic Serbian, Ph. thesis, Faculty of forestry, Belgrade, (in Serbian, with English abstract).
- Radonja, P., Koprivica, M., Matovic, B. (2005): Примена модификоване Бринкове функције за моделирање профила и запремине дебла. Application of modified Brink's function in stem profile and volumes modeling, "Šumarstvo", *Forestry*, (in Serbian, with English abstract), Vol.LVII, N<sup>o</sup>4, 1-10.
- Radonja, P., Stankovic, S., Matovic, M. and Drazic, D. (2006a): Regional Models for Biological Processes Based on Linear Regression and Neural Networks, In: Reljin B. and Stankovic S., (Eds.), *Proceedings of the 8th Seminar on Neural Networks Application in Electrical Engineering, NEUREL-2006*, Published by Academic Mind and Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, September 25-27, pp. 189-193, Belgrade, ISBN: 1-4244-0432-0.
- Radonja P., Stankovic, S., Drazic, D. and Matovic, B. (2006b): Generalized Models Based on Neural Networks and Multiple Linear Regression. In: Dattatreya G. R., Durbano J.P., (Eds.), *Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on CSECS 2006*, November 1-3, 2006, Dallas, Texas, USA, CDROM, 279-284.
- Riemer, T., von Gadow, K., Sloboda, B. (1995): Ein Modell zur Beschreibung von Baum-schaften, *Allgemeine Forst und Jagdzeitung* 166(7), 144-147. (in German, with English abstract).

- Rojo, A., Perales, X., Sanchez-Rodriguez, F., Alvarez-Gonzalez, J.G., von Gadow, K. (2005): Stem taper functions for maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Galicia (Northwestern Spain). *European Journal of Forest Research* 124, 177-186.
- Schmidt, M. (2001): Prognosemodelle für ausgewählte Holzqualitätsmerkmale wichtiger Baumarten. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen. (in German, with English abstract).

ANALYSIS OF APPLICABILITY OF LINEAR REGRESSION IN GENERATING  
REGIONAL STEM PROFILE MODEL

*Pero Radonja*

S u m m a r y

The most important applications of the regional (generalized) models of stem profile function, that is, the regional stem profile models, is in the cases when it is necessary to compute, as accurately as possible, the volumes of standing trees and stands. It is clear that the accurate regional model enables the optimal use of forest resources. In the literature development of regional model is usually based on the modified Brink's function. Regional coefficients in nonlinear function for determining  $i$ ,  $p$  and  $q$  parameters are obtained using the multiple nonlinear regression. In this paper possibility of using of the simple and multiple linear regressions for determining the  $i$ ,  $p$  and  $q$  parameters is examined. The proposed procedure is tested on the datasets that contain 42 Norway spruces (*Picea abies* L. Karst.), aged from 12 to 130 years. The trees are taken from 31 even-aged stands, from region of Bosnia. The study stands are situated at the altitude of 550 to 1400 meters. The 13 data-pairs (diameter-height) are measured on each sample tree. In the end, in the aim of comparison the presented procedures with methods from the literature, the result of the application of the Korol-Gadow method on the study dataset is given. It can be seen that in the study region very good results give the proposed model based on the linear regression.