

Оригинални научни рад

Достављено - Received: 11.12.2006.

Original scientific paper

Прихваћено - Accepted: 21.12.2006.

UDK: 630*2 : 582.475.4

Рецензент -Reviewer: Милош Копривица

Миливој Вучковић¹

Зоран Маунага²

Војислав Дукић²

Зоран Лазендић²

МОДЕЛ ОПТИМАЛНЕ ИЗГРАЂЕНОСТИ ЈЕДНОДОБНЕ САСТОЈИНЕ ЦРНОГ БОРА

Извод: У раду се анализира потреба и могућност моделовања оптималне изграђености састојина на примеру састојине црног бора старе 110 година. Оптимално састојинско стање заснива се на односу темелјнице састојине и површине застирања крошњи. Резултати указују на потребу објективног дефинисања састојинског стања преко нумеричких критеријума заснованих на карактеристикама елемената раста састојина. То пружа могућност провођења јединствених газдинских поступака и њихову верификацију у циљу обезбеђења оптималне и стабилне продукције.

Кључне речи: број стабала, застрга површина, модел, оптимално стање састојине.

THE MODEL OF OPTIMUM GENERATION OF BLACK PINE EVEN AGED STAND

Abstract: This paper using 110 year old black pine stand as an example analyses need and possibility to model optimum stand generation. Optimum stand condition is based on the relation between stand basal area and the area of canopy coverage. Results show the need of stand condition defining through numerical criteria based on the elements of the growth characteristics in stands, offering the possibility to conduct a unique managing procedure and their validation in order to provide optimum and steady production.

Key words: number of trees, covered area, model, optimum stand condition

¹ Шумарски факултет Београд

² Шумарски факултет Бањалука

УВОД

Савремено шумарство, оптерећено рентабилношћу газдовања, захтева производњу дрвних сортимената високог квалитета и смањење трошкова како би се избегло газдовање са губитком. За реализацију тог задатка неопходну основу представља познавање карактеристика раста и оптималног стања састојина. Иако данас постоји општеприхваћени консензус о томе да у основне циљеве газдовања шумама спадају успостављање оптималне изграђености састојина и максимална продукција дрвне запремине, проблеми настају при тумачењу и реализацији ових општеприхваћених ставова. Због тога се јавља несклад између декларативних поставки и на истраживањима утемељених практичних решења и њихове примене. Вештачки подигнуте састојине, због још увек непотпуно изграђених принципа за њихово подизање (пре свега густина садње) и узгојни третман, такође често значајно одступају од продукционог оптимума. Савремени концепт газдовања шумама подразумева да је већ приликом подизања нових и неге младих састојина потребно познавати оптимално стање на крају опходње коме треба тежити током газдовања. У складу с тим, циљ рада је да се на примеру једне дозревајуће састојине укаже на могућност и потребу дефинисања модела оптималног састојинског стања који треба пре свега да послужи као ослонац за рационализацију приликом планирања и извођења пошумљавања и узгојног третмана младих састојина на одговарајућим стаништима.

ОБЈЕКТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

Теренска истраживања обављена су на подручју Теслића у Газдинској јединици Мала Усора, одјел 91 (слика 1) у састојини црног бора вештачког порекла, старој око 110 година. Истраживана састојина подигнута је на станишту храста китњака (јужна експозиција, надморска висина 340 m, нагиб терена око 3°) и припада газдинској класи „Шумске културе црног бора на дубоким земљиштима на перидотиту и серпентину у појасу храстових шума“.

Израда модела оптималне изграђености састојине конципирана је тако да не захтева дугорочна истраживања, па се тако сачињени модели могу користити за решавање



Слика 1: Објект истраживања
Picture 1: Research topic

актуелних задатака у процесу газдовања. У току истраживања коришћене су савремене методе и инструменти за мерење појединих елемената раста и дебљинског прираста стабала (Вертекс III, Дигиталпозициометар и др.), којим располаже лабораторија за истраживање прираста и биомониторинг Шумарског факултета у Београду. У циљу израде модела, поред мерења висина и пречника стабала, обављена су и детаљна мерења дужина и ширина крошњи. Ширина крошњи мерена је у 8 праваца, према главним и споредним странама света.

Посебна пажња посвећена је односу темељнице стабала и састојине с једне стране и величине застрте површине, као елемента изграђености крошњи, с друге стране. Наведени однос је послужио за проверу економичности коришћења простора за раст, односно за дефинисање оптималне изграђености састојине.

За утврђивање карактеристика висинског раста анализирана су три доминантна стабла.

Основна претпоставка за успешан рад било је дефинисање карактера веза између појединих елемената раста. У ту сврху углавном је коришћена функција Чарман-Ричардса:

односно изведена функција за текући прираст:

$$h = a(1 - e^{-bt})^c$$

У току обраде података примењен је метод регресионе и корелационе анализе

$$i_t = \frac{abc [e^{-bt} (e^{bt} - 1)]^c}{e^{bt} - 1}$$

уз коришћење програмских пакета: Excel и Statistica Version 6.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

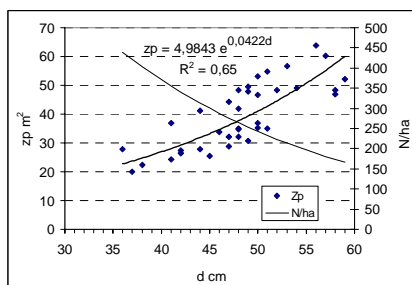
Под изграђеношћу једнодобне састојине првенствено подразумевамо број стабала по јединици површине, њихов квалитет, виталност и прирасни потенцијал. Број стабала има суштински утицај на развој пречника, стабилност и производност састојине. Почетком 19 века већ је истицано да је за постизање максималног прираста неопходан оптималан број стабала (Zamminer 1828, према Wenk et al. 1990). Питање броја „стабала будућности“ (која су репрезент односа врсте према станишту и носилац продукционог учинка састојина)

и данас је актуелни проблем европског шумарства, чијим се решавањем првенствено баве истраживачи производности шума и креатори продукционих програма који треба да обезбеде ефикасно и рационално газдовање.

Број стабала у зрелим састојинама јако је различит. У таблицама приноса и прираста разлике су такође јасно изражене. Тако нпр. за старост од 100 година и I бонитет станишта (при потпуно једнаким горњим висинама) према таблицама Кантианија (Cantiani 1972) предвиђено је 136, а према таблицама Барнетија (Barnetti et al. 1972) 512 стабала по хектару. Наведене разлике нису последица само специфичних природних услова већ указују и на различита схватања о начину газдовања (Вучковић et al. 2006).

У нашим истраживањима за дефинисање оптималног броја стабала коришћене су статистичке везе између површине застирања крошњи и средњег пречника и између темељнице стабла и састојине и површине застирања крошњи (графикон 1 и 2).

За постизање одређеног прсног пречника стабала потребна је одговарајућа величина крошње. На графикону 1 може се утврдити да је нпр. за прсни пречник од 40 cm потребна приближна ширина крошње (b) од 5,8 m, а за пречник од 55 cm ширина крошње од 8,0 m итд.(табела 1.).



Граф.1: Веза између површине застирања крошње (zp) и прсног пречника ($d_{1,3}$) и између броја стабала по 1 ha (N/ha) и прсног пречника.

Graph.1: Relation between canopy coverage area (zp) and diameter in breast height ($d_{1,3}$) and between the number of trees no 1 ha (N/ha) and diameter in breast height

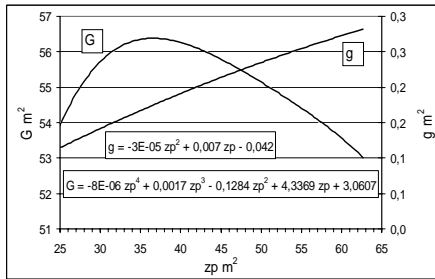
Табела 1: Потребна ширина крошње (b) за постизање одређеног прсног пречника (d)

Table 1: Preferable canopy width (b) to achieve certain breast

b m	5,0	5,8	6,6	7,2	8,0	8,9
d cm	35	40	45	50	55	60

Величина крошњи одражава се на раст стабала и састојина. Повећање крошњи (као последица смањења броја стабала) погодује прирасту појединачних стабала, али у случају превеликог смањења броја стабала може изазвати разградњу састојине и смањење продукције по јединици површине. За истраживану састојину (графикон 2). гранична величина застрте површине изнад које се темељница састојине више не повећава износи 37 m². Стабла чије крошње имају већу застрту поршину не користе економично простор за раст. Премале

крошње се такође неповољно одражавају на темељницу састојине. На графикону 2 представљен је и математички израз везе темељнице састојине и површине застирања и темељнице стабла и површине застирања.



Граф 2: Веза између темељнице састојине (G) и површине застирања (zp) и између темељнице стабла (g) и површине застирања
 Graph 2: Relation between stand basal area (G) and coverage area (zp) and between tree basal area (g) and coverage area

Собзиром да у конкретним састојинама део стајалишне површине није прекривен крошњама стабала, потребно је израчунати оптималан број стабала за просечну склопљеност истраживане састојине. Овим проблемом, за састојине различитих врста дрвећа бавили су се Thren M. (1987), Стаменковић, В., Вучковић, М. (1988), Spiesker H. (1991), Вучковић, М., Стајић, Б. (2003) и други аутори. Имајући у виду досадашња искуства и резултате наших истраживања узето је да крошње стабала у просеку заузимају 85% укупно расположивог простора за раст. Полазећи од тога и претходно дефинисане оптималне величине крошњи утврђено је да је за постизање максималне темељнице, односно запремине, у истраживаној састојини потребно 230 стабала по хектару.

Због непостојања пројекције оптималног стања састојина за поједине развојне фазе и томе прилагођеног узгојног третмана, састојине углавном карактеришу неодговарајући број и распоред стабала. Стога, само мали број стабала у зрелим састојинама има оптимално развијене крошње. У томе треба тражити разлоге за познату диспропорцију између потенцијалне и стварне продукције наших шума. За истраживану састојину односи су следећи:

- | | |
|------------------------------|-----|
| – оптимално развијене крошње | 17% |
| – премале крошње | 32% |
| – превелике крошње | 51% |

Утврђено стање истраживане састојине са свега 17% оптимално развијених крошња као и неодговарајуће растојање између стабала (слика 2) јасно указују на неповољне продукционе консеквенце и у квантитативном и у квалитативном погледу.

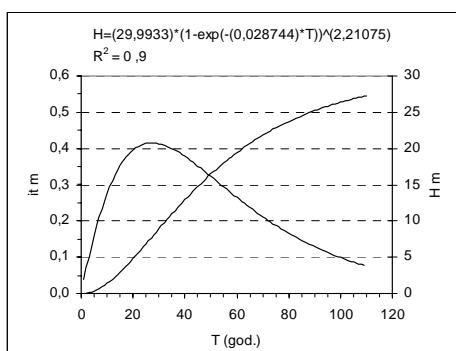
Поред познатог оптималног стања састојине и израда плана учесталости узгојних захвата за целу опходњу представља значајан елемент интензивирања



Слика 2. Превелики или недовољни размаци стабала узрок су смањења производности састојина

Picture 2.: Too big or insufficient gaps between trees reduce stand productive capacities

гаждовања. Сачињени модел раста доминантних стабала у висину (графикон 3) представља неопходан критеријум на основу кога је могуће третман састојина планирати на основу биолошке законитости раста и изводити пре него се јаве окуларо видљиви симптоми неповољног стања (Вучковић М. 1989.). У табели 2 приказан је пример таквог планирања за једну претпостављену састојину на истом станишту за које је модел сачињен.



Графикон 3: Раст у висину и текући висински прираст доминантних стабала

Graph 3: Growth in height and current height increment of dominant trees

Табела 2. Учесталости узгојних захвата на бази познатог раста у висину
Table 2: The incidence of managing procedures based on familiar growth in height

Старост (Т)	15	23	30	38	46	55	66	82
Н m	3	6	9	12	15	18	21	24
Година	T	T+8	T+15	T+23	T+41	T+50	T+61	T+77

Пројекција учесталости узгојних захвата приказана у табели 2 заснована је на промени горње висине састојине за 3 m. За интензивнији третман могу се предвидети промене од 2 m, а за екстензивнији од 4 m. Смисао оваквог дефинисања учесталости узгојних захвата јесте у томе да се на бази објективних биолошких параметара “пропишу” задаци који морају да се обаве у тачно дефинисаном временском периоду, и да се за предвиђене послове могу извршити благовремене припреме. Посебан значај је и у томе што се већ у току примене овако сачињених критеријума може вршити провера његове ефикасности са узгојног, продукционог и финансијског аспекта.

ДИСКУСИЈА

Већ више деценија у стручној и научној јавности се помиње општи став да наше шумарство користи једва 50% од производног потенцијала шумских станишта. Због тога је неопходно паралелно са дуготрајним научним огледима (чију вредност уз сва ограничења као што су дугорочност и тешка одрживост не треба оспоравати) радити на алтернативним поступцима који омогућују да се актуелни проблеми у газдовању шумама решавају одмах на бази објективних и поузданих параметара, који треба да буду једноставни за апликацију, универзално разумљиви и подложни верификацији. У раду је предложен (у скраћеном обиму) један такав поступак који омогућује и надоградњу елементима из других области као што су економске анализе, обрада тржишта, нега и искоришћавање шума, екологија и др. То омогућује сагледавање различитих сценарија у поступку газдовања и објективну оцену приликом избора сценарија.

Дефинисање оптималног стања зрелих састојина на одређеном станишту нема практичан значај за те састојине јер се њихово стање не може битно изменити било кавим мерама. Суштина је да се тако добијена сазнања и параметри за одређену врсту и станиште примене за израду продукционих програма и газдинских циљева за младе састојине, јер императив савременог шумарства јесте да прираст дендромасе буде последица стручно вођеног процеса на сонову реалних планова и критеријума. Решавање изузетно важних питања као што су густина и распоред садње, или дефинисање оптималног броја „стабала будућности“ за једнодобне састојине природног порекла, са аспекта прираста

и производности састојина захтева познавање оптималног стања на крају опходње.

У циљу оптимизације и рационализације газдовања шумама у Европи су развијене посебне стратегије, оријентисане на „стабла будућности“, чији се број дефинише већ у раној младости (Abetz, P., 1975, 1976, 1979, Johann, K., 1983, Altherr, E., 1981, Вучковић М. 1994). Према њима на почетку одабрани број „стабала будућности“ треба да одговара оптималном броју стабала на крају опходње. Другим речима, њихов број треба да одговара одабраној продукционој стратегији. Говорећи о улози и броју стабала будућности, Wiedemann E. (1951) истиче: “да када се одабере превише стабла будућности, тада се већ код првог наредног проређивања мора један део њих у циљу неге бољих стабала одстранити или се одрећи неге њихових крошања. Тиме стабла будућности губе њихов смисао...”.

Такође, постоји опасност да се рано одабрана стабла у току даљег развоја не покажу као најквалитетније јединке. До тога најчешће долази када се приликом избора „стабала будућности“ и њиховог третмана не полази од претходно пројектованог оптималног стања, односно када се одабере превелики број стабала, а регулисање њиховог простора за раст (проређивањем) се не обавља на основу јасних биолошких критеријума. Чињеница је да се у фази великог висинског прираста може стимулирати раст одабраних стабала, али се исто тако недовољним простором за раст може допринети смањењу прираста и девитализацији стабала. С друге стране превеликим дозирањем простора може се изазвати гранатост и слаб квалитет дебла.

Производно диференцирање станишта, које због ослањања на врло хетерогена састојинска стања и низа других фактора има озбиљних недостатака, могло би се објективизирати управо коришћењем пројекција оптималног стања састојина врста дрвећа према којима се диференцирање врши. Ову могућност ваљало би детаљније испитати додатним истраживањем.

ЗАКЉУЧАК

Утврђене статистичке везе између површине застирања крошњи и средњег пречника и између темељнице стабла и састојине и површине застирања крошњи омогућују креирање различитих продукционих сценарија везаних за оптимални број стабала, циљну запремину и пречник. При дефинисању продукционог циља настоји се постићи што је могуће већи циљни пречник уз постизање максималне продукције. У зависности од финансијске исплативости могуће је развијати и сценарије са већим циљним пречником и мањим бројем стабала ако се предвиђа да ће боља сортиментна структура компензовати губитак услед

обарања запремине главне састојине испод продукционог максимума. То значи да је поред производног, потребно анализирати и финансијски аспект. Тиме се омогућује бирање сценарија који треба да обезбеди најповољније ефекте газдовања.

Стање конкретних састојина, углавном због различитог узгојног третмана, одступа од пројектованог, теоретски постављеног састојинског оптимума. На примеру истраживане састојине то се може показати преко различитих показатеља од којих издвајамо следеће:

– оптимално развијене крошње има свега 17% стабала, премале крошње 32%, а превелике крошње чак 51% стабала истраживане састојине. За истраживану састојину гранична величина застрте површине изнад које се темељница састојине више не повећава износи 37 m². Стабла чије крошње имају већу или мању површину застирања *не користе економично простор за раст.*

– темељница састојине од 55 m²/ha може се достићи са 150 стабала, али и са два пута већим бројем стабала са знатно слабије развијеним крошњама. Квалитет запремине и стабилност продукционог процеса у другом случају су свакако далеко неповољнији. За постизање максималне темељнице (56,5 m²/ha) у истраживаној састојини потребно је 230 стабла по хектару са оптимално развијеним крошњама чија површина застирања износи 37 m².

Наведени показатељи указују на значај дефинисања адекватног продукционог циља, већ за младе састојине, и њему прилагођене узгојне стратегије. При том је за описивање стања и прописивање третмана потребно напустити углавном описни (а то значи и субјективни) начин. Досадашња искуства су показала да је ослањање на описне категорије створило одређене потешкоће, јер су се третмани и њихови ефекти могли разумевати на различите начине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abetz, P. (1975): Die Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. AFZ 30, S. 666-667.
2. Abetz, P. (1976): Beiträge zum Baumwachstum – Der h/d-Wert – mehr als ein Schlankheitsgrad. Der Forst- und Holzwirt, 31. Jahrgang, Nr. 19, S. 389-394.
3. Abetz, P. (1979): Brauchen wir ‚Durchforstungshilfen‘?. Schweiz. Z. für Forstw., 130, 11, S. 945-963.
4. Altherr, E. (1981): Erfahrungen bei der Anwendung quantifizierter Durchforstungshilfen in Buchenneständen. AFZ 36, 22, S.552-554.

5. Bernetti G., Cantiani M., Hellrigl B. (1972): Pino nero e laricio della Toscana. Tavole stereometriche. Anali dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura Vol. II.
6. Cantiani M. (1972): Pino nero e laricio della Toscana. Tavole stereometriche. Anali dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura Vol. II.
7. Johann, K. (1983): Ertragskundliche Auswirkungen der Auslezedurchforstung in Fichtenbeständen – ein Prognosemodell. Cbl. ges. Forstwesen 100, 4, S. 226-246.
8. Spiecker, H. (1991): Zur Steuerung des Dickenwachstums und der Astreinigung von Trauben- und Stieleichen (*Quercus petraea*(Matt.) Liebl. und *Quercus robur* L). Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Stuttgart. S. 155
9. Stamenković V., Vučković M. (1988): Kronnaufbau und Zuwachs der Weisstanne im Goc-Gebirge. 5. IUFRO Tannensymposium. Zvolen.
10. Tren, M (1987): Kiefernproduktionsprogramme – Erstelt auf der basis von ertragskundlichen Versuchsflächen und Einzelbäumen. Dissertation. Universität Freiburg i. Br., 182 S.
11. Wenk, G., Antanaitis, V., Šmelko, Š. (1990): Waldertragslehre. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin. 1 Auflage. Berlin. S. 448.
12. Wiedemann, E. (1951): Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländers, S. 346.
13. Вучковић М. (1989): Развојно производне карактеристике црног бора у вештачки подигнутим састојинама на Јужном Кучају и Гочу. Дисертација, Шумарски факултет, Београд.
14. Вучковић М., Стајић Б., Радаковић Н. (2006): Моделовање оптималне изграђености састојине храста китњака у Н.П. „Ђердап“. Шумарство 1-2, С. 11-20.
15. Вучковић, М. (1994): Регулисање простора за растење - услов правилног развоја, стабилности и високе продукције састојина. Зборник радова „Узгојно-биолошки и економски значај прорета у шумским културама и младим шумама“. Београд (61-70).
16. Вучковић, М., Стајић, Б. (2003): Оцена стања састојина букве на бази основних елемената раста. Гласник Шумарског факултета 87, с. 95-102, Београд.

Milivoj Vučković, Zoran Maunaga, Vojislav Dukić, Zoran Lazendić

THE MODEL OF OPTIMUM GENERATION OF BLACK PINE EVEN AGED STAND

Summary

This paper shows the results obtained in the research on the use of basic elements of growing in order to define optimum condition of 110 year old black pine stand. This research had its aim to use an object which is distinctive for black pine forest and consequently show need and possibility to employ tree and stand elements of growth in order to analyze stand condition objectively and search for biological and productive optimum.

Optimum stand condition model was determined according to the relation between stand basal area and canopy coverage area. This relation was used to check economical space consuming for tree growing and to create different productive scenarios considering optimum number of trees, targeted volume and diameter. In order to achieve maximum basal area (56,5 m²/ha) in the researched stand a number of 230 trees per hectare having optimally developed canopies with 37 m² coverage area are necessary. Trees having larger area of canopy coverage do not use the space for growing economically. Too small canopies have negative influence to stand basal area, also. Unfavourable structure of trees in relation to canopy development was found out in the assessed stand:

- | | |
|--------------------------------|-----|
| – Optimally developed canopies | 17% |
| – Too small canopies | 32% |
| – Too large canopies | 51% |