

Knežević M., Košanin O., Milošević R. 2011. *Assessment of production potential of podzolised and typical acid brown soils in some forest types in the area of Veliki Jastrebac*. Bulletin of the Faculty of Forestry 103: 57-72.

Милан Кнежевић
Оливера Кошанин
Рајко Милошевић

UDK: 630*114:630*541(497.11)
(23.02 Veliki Jastrebac)
Оригинални научни рад
DOI: 10.2298/GSF1103057K

ОЦЕНА ПРОИЗВОДНОГ ПОТЕНЦИЈАЛА ОПОДЗОЉЕНОГ И ТИПИЧНОГ КИСЕЛОГ СМЕЂЕГ ЗЕМЉИШТА У НЕКИМ ТИПОВИМА ШУМА СА ПОДРУЧЈА ВЕЛИКОГ ЈАСТРЕПЦА

Извод: У раду су приказани резултати проучавања особина оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта у шумама букве у газдинској јединици „Ломничка река“ на Великом Јастрепцу. Такође, на бази физичко-хемијских особина, дата је оцена њиховог производног потенцијала. С обзиром да је продуктивност реализована величина земљишне плодности, која се остварује кроз принос и прираст, дата је и оцена продукционих способности станишта преко средњих максималних висина. Корелационом анализом је утврђено у којој мери поједина својства оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта утичу на средње максималне висине.

Кључне речи: земљишта, производни потенцијал, средње максималне висине, Велики Јастребац

ASSESSMENT OF PRODUCTION POTENTIAL OF PODZOLISED AND TYPICAL ACID BROWN SOILS IN SOME FOREST TYPES IN THE AREA OF VELIKI JASTREBAC

Abstract: The characteristics of podzolised and typical acid brown soils were studied in beech forests in Management Unit “Lomnička Reka“ on Veliki Jastrebac. Also, their production potential was evaluated based on their physico-chemical properties. As productivity is a realised value of the soil fertility, realised through the yield and increment, the site productive capacity was evaluated based on mean maximal heights. The correlation analysis shows the extent to which the characteristics of podzolised and typical acid brown soils affect the mean maximal heights.

Key words: soil, production potential, mean maximal heights, Veliki Jastrebac

др Милан Кнежевић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (milan.knezevic@sfb.bg.ac.rs)

др Оливера Кошанин, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
др Рајко Милошевић, доцент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

1. УВОД

Оцена плодности и продуктивности шумских земљишта представља један од најактуелнијих задатака шумарске струке. Према великом броју аутора, плодност је способност земљишта дефинисана сумом његових својстава. Тачније, плодност је потенцијал земљишта чија ће реализација зависити од елемената климе, биоэколошких својстава врста дрвећа које изграђују шумску заједницу и утицаја човека. Продуктивност је исказана продукцијом, производњом, приносом, односно продуктивност је релизована величина земљишне плодности тј. земљишног потенцијала.

Природна плодност шумских земљишта је производ комплексног деловања педогенетских фактора: климе, вегетације, супстрата, организама, рељефа и процеса педогенезе, без учешћа антропогеног фактора. Педолошка проучавања представљају веома значајну основу при оцени производне способности типова шума (Јовић *et al.*, 1996). Познавање производног потенцијала земљишта и других услова станишта, како у очуваним тако и у деградираним састојинама, чистих или мешовитих шумских заједница, представља неопходну основу за дефинисање газдинских циљева и избор адекватних мера неге и обнове у складу са потребама постојећих састојинских карактеристика (Кнежевић *et al.*, 2010).

Непосредно мерење елемената плодности земљишта је веома отежано. Узрок за ово је комплексност утицаја различитих својстава земљишта на плодност. У досадашњим педолошким проучавањима за оцену плодности и продуктивности најчешће је коришћена величина приноса биљака. Међутим, принос не представља резултат само плодности земљишта, већ и продуктивности станишта као целине.

При разматрању ових питања треба имати у виду да се не може утврдити величина удела земљишта у укупној производњи дрвне масе, јер је немогуће одвојити утицај земљишта од осталих станишних фактора. Ипак, могуће је утврдити у којој мери се два типа земљишта разликују по својој продуктивности за исту врсту дрвећа, а исто тако и разлике у продуктивности две или више врста дрвећа на истом земљишту.

Оцена плодности као потенцијала и утврђивање величине приноса биљака може се оцењивати на различите начине. По Антићу и сарад. (2007), оцена производног потенцијала шумских земљишта може се вршити: на основу величине приноса биљака као мерила продуктивности земљишта (станишта), приземне вегетације као индикатора плодности и продуктивности земљишта и преко оцене плодности на основу бонитетних разреда земљишта.

Ћирић (1965) је установио да постоји висок степен корелације између бонитетног броја земљишта, добијеног бодовањем његових својстава по Вогеловој методи, и бонитета састојине црног бора као и индикатора продуктивности станишта (Антић *et al.*, 2007). Антић и сарад. (1969) бонитирали су целу еволуционо-генетску серију земљишта на песку Делиблатске пешчаре.

Оцена квалитета земљишног простора може се вршити „... у односу на продуктивност природних шума и шумских култура“ (Antonović, Vidaček, 1979), а према средњем годишњем прирасту дрвне масе, сортиментној структури, количини дрвне масе и другом. Приступ процене продуктивности земљишта применом конвенционалних метода, која земљиште разврставају у бонитетне класе, при чему прва класа има очекивано вишу продуктивност према другој (бонитирање), није адекватан, јер капацитет продукције земљишта зависи од сложеног комплекса и интеракције већег броја чинилаца (Vukadinović, 1997). У новијим радовима (Vasu, 1994, 1997, Peng *et al.*, 2002) усваја се комплексан мултидисциплинаран приступ, који подразумева не само познавање својстава земљишта већ и детаљно познавање свих фактора који директно или индиректно утичу на плодност и продуктивност земљишта.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Основу за израду рада чине резултати педолошких истраживања која су обављена на подручју Великог Јастрепца за потребе дефинисања типова букових и буково-јелових шума (Milošević, 2006). У раду је процена производног потенцијала проучаваног оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта извршена на основу морфолошких својстава, физичких и хемијских особина земљишта и према неким елементима производности састојина (средње максималне висине). Корелационом анализом појединих особина оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина, извршена је процена у којој мери својства земљишта утичу на продукцију.

Теренска и лабораторијска проучавања земљишта су спроведена према стандардним педолошким методама. У складу са теренском методиком испитивања земљишта отворени су педолошки профили и проучена унутрашња морфологија земљишта. Из репрезентативних профила, по генетичким хоризонтима, узети су узорци земљишта за лабораторијска проучавања. Лабораторијске анализе земљишта извршене су према стандардној методологији (1966) у педолошкој лабораторији Шумарског факултета у Београду на следећи начин:

- одређивање садржаја хигроскопске воде сушењем у сушници на температури од 105°C у току 6-8 часова;
- гранулометријски састав је одређен третирањем узорака са натријум-пирофосфатом, а фракционисање земљишта је извршено комбинованом пипет методом и методом елутрације помоћу сита, по Atteberg-у, уз одређивање процентуалног садржаја фракција од: 2-0,2 mm, 0,2-0,06 mm, 0,06-0,02 mm, 0,02-0,006 mm, 0,006-0,002 mm и мањих од 0,002 mm;
- одређена је активна киселост земљишта - *pH* и H₂O;
- одређена је супституциона киселост-*pH* у 0,01 M CaCl₂, електрометријски;
- хидролитичка киселост по Карпен-у;

- сума адсорбованих базних катјона по Карпен-у (S , у $cmol \cdot kg^{-1}$);
- тотални капацитет адсорпције за катјоне (T , у $cmol \cdot kg^{-1}$);
- сума киселих катјона ($T-S$, $cmol \cdot kg^{-1}$);
- степен засићености земљишта базама по Ниссинк-у (у %);
- проценат хумуса и угљеника по методи Тјун-а I.B. (1960), у модификацији Simakova;
- укупан азот у земљишту одређен је по Kjeldahl-у;
- садржај лакоприступачног P_2O_5 и K_2O одређен је Al-методом.

Од статистичких анализа, у раду је коришћена анализа варијансе и регресиона, односно корелациона анализа. Да бисмо утврдили да ли постоји разлика између средњих максималних висина у типу планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typticum*) на дубоком, типичном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту, с једне стране, и средњих максималних висина у типу ацидофилне шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) и типу ацидофилне шуме букве са маховинама (*Musco-Fagetum*) на оподзољеном кисело смеђем земљишту, на гранодиориту, с друге стране, коришћена је анализа варијансе и LSD-тест, на нивоу значајности од 95%.

За утврђивање утицаја својстава земљишта на продукцију у наведеним еколошким јединицама коришћена је регресиона и корелациона анализа. За поређење коришћени су аналитички подаци својства земљишта, и то у виду пондерисане аритметичке средине за цео профил, при чему је као пондер коришћена моћност хоризонта. Као продукциони показатељ производног потенцијала земљишта коришћене су средње максималне висине.

За оцену јачине корелације коришћена је Reomer-Orphal-ова расподела по којој за вредности: од 0,00 до 0,10 не постоји корелација између својстава, од 0,10-0,25 корелација је јако слаба, 0,25 до 0,40 корелација је слаба, од 0,40-0,50 средња корелација, од 0,50 до 0,75 јака корелација, од 0,75-0,90 врло јака корелација и од 0,90-1,0 потпуна корелација.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Планински масив Великог Јастрепца припада Родопском планинском систему и у морфолошком погледу припада категорији високих и средњих планина са јасно израженим рељефом. Рељеф се одликује стрмим и јако стрмим падинама са нагибима од 20-40°. Истраживања су извршена на подручју ГЈ „Ломничка река” која је смештена у котлини, окружена врховима, са истока Белом стеном (1.257 m), на јужној страни Страцимиром (1394 m), на западној Гарваницом (1.050 m) и Мазницом (1100 m). Терен је јако купирани, са кратким и стрмим падинама, а доминантна експозиција је северна.

Од укупне површине газдинске јединице „Ломничка река“ (4.465,10 ha) под шумом се налази 4.365,25 ha или 97,8%, а остало (2,2%) површине чине неплодно

шумско земљиште (86,34 *ha*), земљиште за остале сврхе (5,06 *ha*) и заузећа (0,50 *ha*). На основу изнетих података може се констатовати висок степен обраслости ове газдинске јединце, али се најзаступљенија наменска целина користи за производњу техничког дрвета (88,12% обрасле површине). Највећи део обрасле површине ове газдинске јединице чине чисте састојине (*сса* 80%). Најзаступљенија врста дрвећа је буква са учешћем у укупној запремини од 75% и текућем запреминском прирасту од 69% (Milošević, 2006).

Земљиште представља сложен и комплексан систем који настаје као резултат узајамног дејства читавог низа фактора биотичке и абиотичке природе. То су у првом реду: клима, матични супстрат, вегетација, орографски фактори и друго. Клима Великог Јастребца, према Торнтвајтовој класификацији, на надморским висинама од 600-1.000 *m* је умерено хумидна (типа Б₂) до јако хумидна (типа Б₄). Изнад 1.000 *m* надморске висине влада перхумидна клима.

Оподзољно и типично кисело смеђе земљиште проучено је на гранодиориту у појасу чистих букових шума до 1.000 *m* надморске висине. Гранодиорити спадају у групу киселих магматских стена које поред кварца, садрже плагиогласе и мање количине алакалијског фелдспата. Гранодиторити се одликују малим садржајем минерала који се трансформишу у глину, тако да земљишта образована на овим супстратима садрже висок проценат пре свега ситног, затим и крупног песка и мале количине укупне глине, чији је садржај равномерно распоређен по профилу.

Истраживања земљишта извршена су у:

- типу планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) на дубоком типичном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту;
- типу ацидофилне шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) на оподзољеном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту;
- типу ацидофилне шуме букве са маховинама (*Musco-Fagetum*) на оподзољеном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту;

Истраживања у састојинама типичне шуме букве на Великом Јастребцу извршена су на надморским висинама од 700-750 *m*, и на надморским висинама од 950 *m*.

Састојине ацидофилних типова шума букве на Великом Јастребцу јављају се на надморским висинама од око 600-800 *m*, на нагибима и преко 20°, на јужним и југоисточним експозицијама.

Основни циљ рада је да се изврши оцена производног потенцијала оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта, у неведеним типовима шума букве на подручју Великог Јастребца. Ова оцена извршена је на основу:

- морфолошких, физичких и хемијских особина оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта–оцена на основу својстава земљишта;
- неких елемената производности састојина (средње максималне висине);
- корелационом анализом појединих особина утврђено је у којој мери својства земљишта утичу на продукцију.

3.1. Оцена на основу својстава земљишта

Оподзољено кисело смеђе земљиште на гранодиориту је плитко до средње дубоко (дубине од 45-65 *cm*, просечно 53 *cm*), а површински хоризонт (Ah), у коме се врши акумулација модер облика хумуса, са видним присуством процеса подзолизације, је слабо развијен (моћност од 4-10 *cm*, просечно 5,8 *cm*). Земљишта су у већој или мањој мери скелетна, а према механичком саставу су углавном песковите иловаче. Реакција земљишта (табела 1) налази се у домену екстремно киселе до врло јако киселе (pH у H₂O=4,03-4,92, просечно 4,63). Хидролитичка киселост је висока и креће се до 68,39 *ccm n/10 NaOH*, просечно 27,12 *ccm n/10 NaOH*. Степен засићености базама је низак и креће се од 9,14-32,20%, просечно 17%). У површинском Ah-хоризонту присутна је акумулација модер хумуса са садржајем који се креће и до 13,97%. Јака ацидификација површинског дела земљишта (Ah-хоризонт), праћена подзолизацијом има за резултат низак производни потенцијал овог подтипа киселог смеђег земљишта.

Дубоко, типично кисело смеђе земљиште на гранодиориту, одликују се веома повољним особинама (табела 2). Земљиште је дубоко (дубине од 70-100 *cm*, просечно 84 *cm*), и има добро развијен хумусно-акумулативни хоризонт (моћност од 10-30 *cm*, просечно 18,6 *cm*). Земљиште је без скелета а према текстури припада песковитој иловачи до иловачи (садржај глине и праха је најчешће од 20-26%). Реакција земљишта је јако до умерено кисела (pH у H₂O=4,55-5,88, просечно 5,10). Степен засићености базама креће се од око 23-46% (просечно 26,94%). У А-хоризонту накупља се благи мул облик хумуса, чији се садржај налази у границама јако хумусног, са дубином садржај хумуса опада. Земљиште је добро обезбеђено азотом. Све наведено јасно указује да је проучено типично кисело смеђе земљиште високог производног потенцијала.

3.2. Оцена на основу средњих максималних висина ($h_{g_{max}}$)

Средње максималне висине ($h_{g_{max}}$) са великом поузданошћу индицирају разлике у потенцијалу и могућностима еколошко-вегетацијских јединица и њиховом типолошком детерминисању. Погодност средњих максималних висина проистиче из тога што су оне под најмањим утицајем мера неге и свих дејстава и односа који владају у састојини а проистичу из тога. Управо због тога оне најбоље одражавају плодност и могућности станишних прилика еколошко-вегетацијских целина (Ми-лошевић, 2006).

Да бисмо утврдили да ли постоји разлика између вредности средњих максималних висина у типу планинске шуме букве на дубоком типичном киселом смеђем земљишту и средњих максималних висина у типовима ацидофилних шума букве на оподзољеном киселом смеђем земљишту, коришћена је анализа варијансе и LSD-тест, на нивоу значајности од 95%.

Табела 1. Хемијске особине оподзољеног киселог смеђег земљишта са подручја Великог Јастребца
 Table 1. Chemical characteristics of podzolised acid brown soil in the area of Veliki Jastrebac

Број профила Profile №	Дубина Depth	Хоризонт Horizon	pH		Y ₁ смт n/10 NaOH	Адсорптивни комплекс Adsorptive complex				Хумус Humus	C	N	C/N	Лакоприступачни Easily available	
			H ₂ O	CaCl ₂		T-S	S	T	V					P ₂ O ₅	K ₂ O
						смт kg ⁻¹				%		mg/100 g			
37/00	0 - 4	Ah	4,40	3,69	68,39	44,45	6,60	51,05	12,93	13,97	8,10	0,53	15,30	1,20	15,00
	4 - 15	(B)	4,58	4,20	30,00	19,57	2,60	22,17	11,73	4,82	2,79	0,21	13,30	0,70	6,00
	15 - 45	(B)	4,71	4,40	23,65	15,37	2,20	17,57	12,52	3,52	2,04	0,21	9,70	-	2,60
56/00	0 - 5	Ah	4,37	3,54	56,98	37,04	5,60	42,64	13,13	10,70	6,20	0,44	14,10	0,50	12,20
	5 - 45	(B)	4,64	4,08	25,80	16,77	3,60	20,37	17,67	1,88	1,09	-	-	-	3,30
58/00	0 - 5	Ah	4,50	3,76	40,32	26,20	3,80	30,00	12,60	5,35	3,10	0,32	9,70	0,50	8,40
	5 - 50	(B)	4,65	4,02	30,91	20,09	3,80	23,89	15,90	1,04	0,60	-	-	0,00	4,00
64/01	0 - 10	Ah	4,48	3,78	25,67	16,69	4,00	20,69	19,33	3,14	1,82	0,16	11,40	-	4,80
	10 - 55	(B)	4,92	4,20	13,56	8,82	4,00	12,82	32,20	0,93	0,54	-	-	-	3,10
	55 - 60	(B)	5,43	4,46	12,59	8,18	5,40	13,58	39,76	0,40	0,23	-	-	-	2,00
13/02	0 - 5	Ah	4,03	3,62	61,44	39,94	4,02	43,96	9,14	10,15	5,89	0,46	12,8	0,80	18,00
	5 - 30	(B)	4,40	4,06	29,49	19,17	1,50	20,67	7,26	3,13	1,80	0,23	7,80	-	5,50
	30 - 65	(B)	4,47	4,10	25,07	16,29	2,26	18,55	12,18	0,87	0,51	-	-	-	6,60

Табела 2. Хемијске особине типиног киселог смеђег земљишта на подручју Великог Јастребаца
 Table 2. Chemical characteristics of typical acid brown soil in the area of Veliki Jastrebac

Број профила Profile №	Дубина Depth	Хоризонт Horizon	pH		Y ₁ см л/10 NaOH	Адсорптивни комплекс Adsorptive complex			Хумус Humus	C	N	C/N	Лакоприступачни Easily available		
			H ₂ O	CaCl ₂		T-S	S	T					V	P ₂ O ₅	K ₂ O
						cmol kg ⁻¹			%		mg/100 g				
30/00	0 - 25	A	5,06	4,32	24,74	16,08	10,80	26,88	40,18	4,15	2,41	0,33	7,30	0,20	6,60
	25 - 70	(B)	5,88	5,07	11,29	7,34	6,40	13,74	46,58	0,80	0,46	-	-	-	2,60
34/00	0 - 10	A	4,80	4,12	36,01	23,41	7,00	30,41	23,02	3,66	2,12	0,30	7,10	-	7,80
	10 - 70	(B)	4,92	4,16	31,71	20,61	4,60	25,21	18,25	1,10	0,64	-	-	-	3,00
	70 - 100	(B)	4,97	4,18	26,34	17,12	5,20	22,32	23,30	0,33	0,19	-	-	-	3,20
39/00	0 - 30	A	5,15	4,37	25,80	16,77	8,20	24,97	32,84	4,12	2,39	0,32	7,50	0,40	7,00
	30 - 100	(B)	5,30	4,65	16,13	10,48	3,20	13,68	23,39	1,12	0,65	-	-	-	2,40
1/99	0 - 16	A	4,55	3,95	32,79	21,31	8,40	29,71	28,27	6,46	3,75	0,40	9,40	0,20	11,20
	16 - 65	A(B)	4,82	4,20	16,13	10,48	3,80	14,28	26,61	3,12	1,81	0,20	9,00	0,00	4,20
	65 - 80	(B)	5,00	4,45	20,43	13,28	0,00	13,28	0,00	2,68	1,56	0,20	7,80	0,00	4,20
3/03	5 - 17	A	4,95	3,95	37,01	24,06	5,76	29,82	19,31	5,69	3,50	0,25	14,00	-	6,50
	17 - 40	(B)	5,22	4,25	20,30	13,19	2,92	16,11	18,18	1,81	1,05	0,09	11,60	-	2,00
	40 - 70	(B)	5,45	4,35	11,92	8,14	3,43	11,57	29,64	1,00	0,58	-	-	-	2,00

Табела 3. Анализа варирања средњих максималних висина ($h_{g_{max}}$) у типовима шума букве на оподзољеном и типичном киселом смеђем земљишту

Table 3. Analysis of variance of mean maximal heights ($h_{g_{max}}$) in beech forest types on podzolised and typical acid brown soil

Тип Type	F-однос F-ratio	p-вредност p-value	Сред. вред. Mean value [m]	Хомогеност група Homogeneous group	
ацидофилне шуме букве	225,7	0,00	20,36	×	
планинске шуме букве			34,95		×

Анализа варијансе и LSD-тест су потврдили да између средњих максималних висина у типу планинске шуме букве на дубоком типичном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту и средњих максималних висина у ацидофилним типовима шума букве на оподзољеном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту, постоје статистички сигнификантне разлике (табела 3).

3.2. Утврђивање утицаја својстава земљишта на продукцију

Да би се утврдило у којој мери поједина својства оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта утичу на средње максималне висине у наведним

Табела 4. Регресиона анализа између појединих својстава оподзољеног киселог смеђег земљишта и сред. макс. висина у ацидофилној шуми букве са бекицама (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) и ацидофилној шуми букве са маховинама (*Musco-Fagetum*)

Table 4. Regression analysis of the characteristics of podzolised acid brown soil and mean maximal heights in acidophilic beech forest with woodrush (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) and acidophilic beech forest with mosses (*Musco-Fagetum*)

Својство Property	Коеф. корелације Correlation coefficient	Јачина корелације Correlation level	R^2	Једначина изабраног модела Equation of the selected model
дубина	-0,11	јачо слаба	1,29	$h_{g_{max}} = 22,1355 - 0,0172727 \times \text{дубина}$
моћност Ah хоризонта	0,33	слаба	10,66	$h_{g_{max}} = e^{(3,00152 + 0,00891732 \times \text{моћност Ah})}$
pH вредност у води	0,64	јака	41,13	$h_{g_{max}} = 1 / (-0,00668851 + 0,250172 / \text{pH})$
садржај хумуса	0,64	јака	40,66	$h_{g_{max}} = 19,4482 + 3,61919 / \text{садржај хумуса}$
степен засићености базама [%]	0,47	средња	22,36	$h_{g_{max}} = 1 / (0,043345 + 0,0586194 / V_{\%})$
хидролитичка киселост [cm n/10 NaOH]	0,30	слаба	9,17	$h_{g_{max}} = e^{(2,99718 + 1,41461 / Y_1)}$
тотални капацитет адсорпције [cmol·kg ⁻¹]	0,24	јачо слаба	5,49	$h_{g_{max}} = e^{(2,98941 + 1,28661 / T)}$

Табела 5. Регресиона анализа између појединих својстава типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина у типичној планинској шуми букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*)

Table 5. Regression analysis of the characteristics of typical acid brown soil and mean maximal heights in typical montane beech forest (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*)

Својство Property	Коеф. корелације Correlation coefficient	Јачина кор. Correla- tion level	R ²	Једначина изабраног модела Equation of the selected model
дубина	-0,25	слаба	6,00	$h_{g_{max}} = 1/(0,02934 - 0,0599877/\text{дубина})$
моћност А хоризонта	1,0	потпуна	99,10	$h_{g_{max}} = 1/(0,0277378 + 0,0149914 \times \text{моћност А})$
pH вредност у води	0,68	јака	46,46	$h_{g_{max}} = 29,5625 + 1,04667 \times \text{pH}$
садржај хумуса	0,70	јака	48,90	$h_{g_{max}} = 1/(0,0279555 + 0,00123975/\text{садржај хумуса})$
степен засићености базама [%]	-0,76	врло јака	57,85	$h_{g_{max}} = 1/(0,027458 + 0,0324253/V_{\%})$
хидролитичка киселост [cm n/10 NaOH]	-0,97	потпуна	93,42	$h_{g_{max}} = e^{(3,60569 - 0,00242138/Y)}$
тотални капацитет адсорпције [cmol·kg ⁻¹]	0,90	потпуна	80,71	$h_{g_{max}} = 1/(0,0264911 + 0,000109909 \times T)$

еколошким јединицама, аналитички подаци су упоређивани корелационом анализом, а добијени резултати дати су у табелама 4 и 5.

На основу резултата регресионе анализе према Reomer-Orphal-овој расподеле можемо закључити следеће:

- својства оподзољеног киселог смеђег земљишта у мањој мери утичу на средње макс. висине у изучаваним типовима ацидофилних шума букве;
- јак утицај на средње максималне висине има pH вредност у води и садржај хумуса, док степен засићености базама оподзољеног киселог смеђег земљишта, има средњи утицај;
- својства типичног киселог смеђег земљишта налазе се у знатно јачој корелацији са средњим максималним висинама у односу на оподзољено кисело смеђе земљиште;
- потпуна корелација утврђена је између средњих максималних висина и следећих својстава типичног киселог смеђег земљишта: моћности хумусно-акумулативног хоризонта, тоталног капацитета адсорпције и хидролитичке киселости;
- врло јака корелација утврђена је између средњих максималних висина и степена засићености земљишта базама, док pH вредност у води и садржај хумуса имају јак утицај на средње максималне висине;

– само је између дубине профила типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина утврђена слаба корелативна веза.

4. ДИСКУСИЈА

Оцену производног потенцијала шумских земљишта могуће је извршити на бази познавања својстава. Најважније хемијске карактеристике које описују његову плодност су биљкама доступна хранива, реакција (pH), садржај калацијум-карбоната и хумуса (Mrgić *et al.*, 2009). Peng и сарад. (2002) истичу да је природна плодност земљишта условљена његовим физичко-хемијским својствима и био-еколошким одликама врсте дрвећа која ту плодност користи. Проучавањем је утврђено да између особина оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта, у типовима букових шума на подручју Великог Јастрепца, постоје значајне разлике које се у крајњој мери одражавају и утичу на производни потенцијал. Типично кисело смеђе земљиште одликује се веома повољним својствима: велика дубина, развијен А-хоризонт, повољан механички састав, без скелета, образовање и акумулација мул-хумуса и добра обезбеђеност азотом.

Са друге стране, код оподзољеног киселог смеђег земљишта услед образовања и акумулације модер облика хумуса (Košanin, 2011), долази до јаке ацидификације површинског дела земљишта - Ah-хоризонта и појаве процеса подзолизације. Узроке који за последицу имају појаву оподзољавања, треба тражити у неповољним станишним факторима. Према резултатима педолошких проучавања оподзољено кисело смеђе земљиште се може окарактерисати као земљиште ниског производног потенцијала. Томе нарочито доприносе мала дубина солума, већа или мања скелетност, јака ацидификација и деструкција у површинском делу земљишта.

На основу средњих максималних висина ($h_{g_{max}}$), такође је могуће извршити оцену производног потенцијала. Анализа варијансе и LSD-тест су потврдили да између средњих максималних висина у типу планинске шуме букве на дубоком типичном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту и средњих максималних висина у типу ацидофилних шума букве са бекицама и маховинама, на оподзољеном киселом смеђем земљишту, на гранодиориту, постоје статистички сигнификантне разлике.

Достигнуте вредности средњих максималних висина ($h_{g_{max}}=35,40\text{ m}$) у типу планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) на типичном киселом смеђем земљишту, потврђују да се ради о састојинама високог производног потенцијала. Добијене вредности су потврђене и резултатима педолошких проучавања. С друге стране, средње максималне висине у типу ацидофилних шума букве са бекицама ($h_{g_{max}}=21,56\text{ m}$) и у типу ацидофилних шума букве са маховинама ($h_{g_{max}}=18,90\text{ m}$), указују на слаб прираст и низак производни потенцијал. Педолошка анализа је показала да су оподзољена кисела смеђа земљишта ниског производног потенцијала, што се одразило и на висински прираст састојина.

У којој мери својства земљишта утичу на средње максималне висине, утврђено је применом регресионе и корелационе анализе. Тачније, утврђено је да између својстава типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина постоје знатно јаче корелативне везе, него између својстава оподзољеног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина. Потпуна корелација утврђена је између средњих максималних висина и следећих својстава типичног киселог смеђег земљишта: моћности хумусно-акумулативног хоризонта, тоталног капацитета адсорпције и хидролитичке киселости. Врло јака корелација утврђена је између средњих максималних висина и степена засићености земљишта базама, а рН вредност у води и садржај хумуса имају јак утицај на средње максималне висине. Само је између дубине профила типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина утврђена слаба корелативна веза.

Својства оподзољеног киселог смеђег земљишта у мањој мери утичу на средње максималне висине у типу ацидофилних шума букве. Јак утицај на средње максималне висине има рН вредност у води и садржај хумуса.

5. ЗАКЉУЧЦИ

На основу резултата проучавања може се закључити да постоје изражене разлике у особинама и производном потенцијалу између оподзољеног и типичног киселог смеђег земљишта на подручју Великог Јастрепца.

Дубоко, типично кисело смеђе земљиште, на гранодиориту, у типу планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*), одликује се веома повољним својствима: велика дубина, развијен А-хоризонт, повољан механички састав, без скелета, образовање и акумулација мул-хумуса и добра обезбеђеност азотом.

Оподзољено кисело смеђе земљиште, на гранодиориту, у типу ацидофилне шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) и типу ацидофилне шуме букве са маховинама (*Musco-Fagetum*), може се окарактерисати као земљиште ниског производног потенцијала. Томе нарочито доприносе мала дубина солума, већа или мања скелетност, јака ацидификација и деструкција у површинском делу земљишта узрокована оподзољавањем.

За оцену производног потенцијала узете су вредности средњих максималних висина састојина букве на оподзољеном и типичним киселом смеђем земљишту. Статистичка анализа је потврдила да између средњих максималних висина у типу планинске шуме букве на дубоком типичном киселом смеђем земљишту и средњих максималних висина у типу ацидофилних шума букве са бекицама и маховинама, на оподзољеном киселом смеђем земљишту, постоје статистички сигнификантне разлике. Наиме, достигнуте вредности средњих максималних висина ($h_{g_{max}} = 35,40 \text{ m}$) у типу планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) на типичном киселом смеђем земљишту, потврдиле су да се ради о

састојинама високог производног потенцијала. Средње максималне висине у типу ацидофилних шума букве са бекицама ($h_{g_{\max}} = 21,56 m$) и у типу ацидофилних шума букве са маховинама ($h_{g_{\max}} = 18,90 m$), указују на слаб прираст.

Корелационом анализом утврђено је да између својстава типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина постоје знатно јаче корелативне везе, него између својстава оподзољеног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина. Потпуна корелација утврђена је између средњих максималних висина и следећих својстава типичног киселог смеђег земљишта: моћности хумусно-акумулативног хоризонта, тоталног капацитета адсорпције и хидролитичке киселости. Врло јака корелација утврђена је између средњих максималних висина и степена zasiћености земљишта базама, а pH вредност у води и садржај хумуса имају јак утицај на средње максималне висине. Само је између дубине профила типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина утврђена слаба корелативна веза.

Својства оподзољеног киселог смеђег земљишта у мањој мери утичу на средње максималне висине у типу ацидофилних шума букве. Јак утицај на средње максималне висине има pH вредности у води и садржај хумуса. На крају се намеће закључак да на земљиштима нижег производног потенцијала, до јачег изражаја долази утицај станишних фактора. Низак производни потенцијал оподзољеног киселог смеђег земљишта је управо последица неповољних орографских фактора: рељефа, надморске висине, нагиба и експозиције. Рељеф се одликује великом купираношћу и великим нагибом, често и до 35° , што доводи до ерозије површинског дела земљишта.

ЛИТЕРАТУРА

- Antić M., Avdalović V., Jović N. (1969): *Evolucija, genetička povezanost i ekološka vrednost pojedinih vrsta peskova Deliblatske peščare*, Jugoslovenski poljoprivredni kombinat - Šumarski centar i Šumsko-industrijski kombinat Pančevo, Zbornik radova 1, Beograd (47-66)
- Antić M., Jović N., Avdalović V. (2007): *Pedologija*, Naučna knjiga, Beograd
- Antonović G., Vidaček Ž. (1979): *Osnovni principi procjene zemljišnog prostora*, Zemljište i biljka 1-2, Vol. 28, Beograd (51-85)
- Vasu A. (1994): *The Soil Chemistry, Ecosystem Integrated into the Environmental Research*, Proceedings, 15th World Congress of Soil Science, Acapulco (56-57)
- Vasu A. (1997): *Soil Chemistry & Ecosystem Productivity*, Berichte der DBG Tagnug. Konstantz
- Vukadinović V., Lončarić Z. (1997): *Ishrana bilja*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
- Jović N., Tomić Z., Jović D. (1996): *Tipologija šuma*, drugo izdanje, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd
- JDPZ (1966): *Hemijske metode ispitivanja zemljišta - priručnik za ispitivanje zemljišta*, JDPZ, Beograd

- Knežević M., Milošević R., Košanin O. (2010): *Proizvodni potencijal zemljišta i osnovni elementi produktivnosti najzastupljenijih kitnjakovih tipova šuma u NP „Đerdap”*, Glasnik Šumarskog fakulteta 102, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd (57-68)
- Košanin O. (2011): *Opodzoljeno kiselo smeđe zemljište u Srbiji-uslovi obrazovanja, svojstva, proizvodni potencijal i rasprostranjenost*, doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd (1-158)
- Milošević R. (2006): *Definisanje tipova bukovih i bukovo-jelovih šuma na Velikom Jastrebacu*, doktorska disertacija u rukopisu, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd
- Mrvić V., Antonović G., Martinović Lj. (2009): *Plodnost i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištima centralne Srbije*, Institut za zemljište, Beograd
- Peng L., Zhanbin L., Zhong Z. (2002): *An Index System and Method for Soil Productivity Evaluation on the Hillsides in the Loess Plateau*, 12th ISCO Conference, Beijing (330-339)
- Ćirić M. (1965): *Zemljišta u šumama crnog bora u Bosni i njihova proizvodna vrednost*, Narodni šumar, sveska 11-12, Sarajevo

Milan Knežević
Olivera Košanin
Rajko Milošević

ASSESSMENT OF PRODUCTION POTENTIAL OF PODZOLISED AND TYPICAL ACID BROWN SOILS IN SOME FOREST TYPES IN THE AREA OF VELIKI JASTREBAC

Summary

The characteristics of podzolised and typical acid brown soils were studied in beech forests in Management Unit “Lomnička Reka“ on Veliki Jastrebac. The study soils production potential was evaluated based on their physico-chemical properties. Deep, typical acid brown soil on granodiorite, in the montane beech forest (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) is characterised by very favourable properties: great depth, developed A-horizon, favourable particle-size composition, without skeleton, formation and accumulation of mull humus and good nitrogen supply.

Podzolised acid brown soil on granodiorite, in acidophilic beech forest with woodrush (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) and acidophilic beech forest with mosses (*Musco-Fagetum*) can be characterised as the soil of the low production potential. This is especially conditioned by the low solum depth, more or less skeletalness, strong acidification and destruction in the topsoil part caused by podzolisation.

As productivity is a realised value of the soil fertility, realised through the yield and increment, the site productive capacity was evaluated based on mean maximal heights. The correlation analysis shows the extent to which the characteristics of podzolised and typical acid brown soils affect the mean maximal heights. The values of mean maximal heights ($h_{g_{max}} = 35.40 m$) in montane beech forest (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) on typical acid brown soil, confirm the fact that production potential of the stands is high. Mean maximal heights in acidophilic beech forests with woodrush ($h_{g_{max}} = 21.56 m$) and acidophilic beech forests with mosses ($h_{g_{max}} = 18.90 m$) indicate a poor increment.

The impact of soil characteristics on mean maximal heights was evaluated by regression analysis and correlation analysis. More exactly, it was shown that there is a significantly stronger correlation between the characteristics of typical acid brown soil and mean maximal heights, than between the characteristics of podzolised acid brown soil and mean maximal heights. The full correlation was assessed between mean maximal heights and the following properties of typical acid brown soil: depth of humus-accumulation horizon, total adsorption capacity and hydrolytic acidity. There is a very strong correlation between mean maximal heights and the base saturation in soils, and pH value in water and humus content have a strong effect on mean maximal heights. Weak correlation was determined only between profile depth of typical acid brown soil and mean maximal heights.

The effect of the characteristics of podzolised acid brown soil on mean maximal heights in acidophilic beech forests is lower. *pH* value in water and humus content have a strong effect on mean maximal heights. It can be concluded that the effect of site factors on the soils of the lower production potential is stronger. The low production potential of podzolised acid brown soils is the consequence of unfavourable orographic factors: relief, elevation, slope and aspect. The relief is highly dissected and characterised by steep slope, often as much as 35°, which leads to the erosion of surface soil layer.

