

Оливера Кошанин*¹, Маријана Новаковић-Вуковић¹, Милан Кнежевић¹, Рајко Милошевић¹

УТИЦАЈ СВОЈСТАВА ЗЕМЉИШТА НА СРЕДЊЕ МАКСИМАЛНЕ ВИСИНЕ У РАЗЛИЧИТИМ ЕКОЛОШКИМ ЈЕДИНИЦАМА ШУМА БУКВЕ НА ВЕЛИКОМ ЈАСТРЕПЦУ

THE INFLUENCE OF THE SOIL PROPERTIES ON THE MEAN MAXIMUM HEIGHT IN THE VARIOUS ECOLOGICAL UNITS OF BEECH FORESTS ON THE VELIKI JASTEBAC MOUNTAIN

¹Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Одсек за шумарство, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд

E-mail: olivera.kosanin@sfb.bg.ac.rs

Извод

У раду су приказани резултати истраживања утицаја својстава земљишта (садржаја скелета, садржаја глине, дубине солума, моћности површинског А хоризонта, рН вредности, садржаја хумуса и других особина) на средње максималне висине (hg_{max}) у различитим еколошким јединицама шума букве на подручју Великог Јастребца. Наиме, природна плодност земљишта је одређена његовим физичко-хемијским својствима и биолошким карактеристикама врста дрвећа које су корисници те плодности. Средње максималну висине (hg_{max}) указују на разлике у потенцијалу и могућностима еко-вегетацијских јединица са високим нивоом сигурности. Утицај особина земљишта се најбоље огледа кроз вредности средњих максималних висина, које су најмање погођене мерама неге, као свих дејстава и односа који владају у састојини и проистичу из тога. Проучавањем су обухваћени: хумусно-силикатно земљиште (ранкер), кисело смеђе земљиште и њихове оподзољене варијанте и еколошке јединице шуме букве које се јављају у планинском и високопланинском појасу Великог Јастребца.

Кључне речи: својства земљишта, средње састојинске висине, шуме букве, Велики Јастребац

Abstract

The paper presents results of the study of influence of soil properties (contents of the skeleton, clay content, depth of solum, A surface horizon thickness, pH value and humus content and other properties) on the mean maximum height (hg_{max}) in different ecological units of beech forests in the region of Veliki Jastrebac. Namely, the natural fertility of the soil is determined by its physical and chemical properties and biological characteristics of tree species that benefit from that fertility. Mean maximal height (hg_{max}) indicates differences in potential and possibilities of eco-vegetation units with high levels of certainty. The influence of soil properties is best reflected through the mean value of maximum height, which is least affected by measures of care and by habitat factors. The study includes: humus-siliceous soil (ranker), distric cambisol as well as its acid podzolized variants, and ecological units of beech forests that occur in the mountain and high-mountain belt of Veliki Jastrebac.

Keywords: soil properties, mean maximal height, beech, Veliki Jastrebac

Увод

Постизање високог приноса и прираста представља један од основних задатака шумарске струке и науке. Слично је и са осталим привредним гранама које се баве биљном производњом, пре свега - пољопривреда, која је диктирана потребама и потражњом све бројнијег светског становништва.

Велики број аутора истиче да су најзначајнији показатељи плодности и продуктивности земљишта његова својства (Manojlović et al., 2014; Mrvić et al., 2009 и други). Плодност земљишта представља интегрално својство које настаје као резултанта истовременог заједничког деловања свих његових особина и способности да задовољи потребе биљака у води, хранљивим материјама и другим земљишним факторима.

Peng et al., (2002) истичу да је природна плодност земљишта условљена његовим физичко-хемијским својствима и био-еколошким одликама врсте дрвећа која ту плодност користи.

Према Scheffer i Liberoth (1957), цитирано по Ђорђевић i Radmanović, (2016), продуктивна способност земљишта је његова способност „да на основу самог свог деловања, као и с њим у променљивом односу стојећим деловањем климе и оптималним корисним радом човека, се може образовати одређен просечан принос биљне масе“.

Код пољопривредних земљишта за постизање максималних приноса биљака потребна је оптимална израженост свих фактора плодности и то током целе вегетационе периоде. Постизање оптималне изражености је у пракси веома тешко, тако да је висина приноса биљака ограничена деловањем фактора који се налази у минимуму или знатно изнад оптимума (Ђорђевић i Radmanović, 2016). Према истим ауторима, земљиште високе плодности треба да испуњава следеће услове: да располаже повољним хранидбеним, водним, ваздушним и топлотним режимом, да је дубоко и растресито, неутралне до слабо киселе реакције, високог капацитета адсорпције катјона, да не садржи токсичне материје.

Dinić, et al., (2011) при процени погодности земљишта за подизање винограда на подручју општине Крупањ разматрају већи број параметара: положај и експозицију терена, физичке, хемијске и биолошке особине земљишта, приступачност места, саобраћајну повезаност и друго. За добијање апсолутних виноградарских парцела на подручју општине Крупањ коришћени су топографски параметри (надморска висина, нагиб, експозиција) и основни хемијски параметри плодности земљишта: рН у H_2O , садржај $CaCO_3$, садржај хумуса, садржај приступачног калијума и садржај приступачног фосфора.

Бонитирање земљишта је један од најчешће коришћених начина за квалитативно оцењивање погодности земљишта за одређену намену, заснован на познавању климатских, педолошких, агрохемијских, хидролошких и других индикатора. Према Правилнику о катастарском класирању и бонитирању земљишта (“Сл. гласник РС” бр. 61/2012, од 22.6.2012. године), земљишта се према плодности, распоређују у осам бонитетних класа. Критеријуми који служе за катастарско класирање земљишта су: својства земљишта (класификациона припадност земљишта - ред, класа, тип, подтип, варијетет, форма и подформа; морфолошке, физичке, хемијске, биолошке особине земљишта), геолошка

подлога, карактеристике климе (утицај најважнијих климатских чинилаца), рељеф, надморска висина, нагиб терена, експозиција, ерозиони процеси, процес хидрогенизације (водолежност и забареност), заслањивање, алкализација, водоплавност и други.

Најнеповољније су карактеристике земљишта која припадају осмој бонитетној класи. Ова земљишта припадају брдско-планинском и планинском климатско-производном рејону, на нагибу преко 65%. Земљишта су веома плитка (са дубином испод 10 cm), јако скелетна (садрже и до 90% скелетног материјала). Због великог нагиба изложена су свим видовима ерозије, због чега се ове површине користе искључиво као веома некавалитетни пашњаци, девастиране шуме и еколошки загађена земљишта. Повећање бонитетне класе праћено је погоршавањем и земљишних и станишних услова.

Такође, Husnjak et al., (2014) оцену производног потенцијала земљишта, на крашким пољима острва Ластово, врше на основу резултата процене погодности за пољопривредну производњу и израде одговарајуће карте погодности. Ова процена извршена је коришћењем података о одликама земљишта, климе и рељефа, уважавајући при томе захтеве важнијих пољопривредних култура које се узгајају на подручју истраживања.

Vukadinović i Vukadinović (http://tlo-i-biljka.eu/GIS/Zem_resursi.pdf) сматрају да педолошка наука има рудиментаран приступ продуктивности земљишта заснован на класификацији земљишта коју најчешће своди у последњих 100-тинак година на бонитирање. Стандардизоване методологије процене продуктивности земљишних ресурса, у контексту одрживог мултифункционалног кориштења земљишта имају доста недостатака, јер разврставање земљишта у бонитетне класе, при чему прва класа има очекивано вишу продуктивност према другој, није адекватан, јер капацитет продукције земљишта зависи од сложеног комплекса и интеракције већег броја чинилаца (Vukadinović i Lončarević, 1997).

Такође, у пољопривреди се данас користи велики број регионалних модела за процену продуктивности земљишта који представљају велики научни напредак у протеклих 40-ак година, али још увек имају велики број ограничења јер су сувише компликовани због тога што захтевају огроман број улазних података. Кључно је да се процена продуктивности земљишта за одрживо коришћење заснива на једноставним и стандардизованим методама.

Данас су све више у употреби методе агроеколошког зонирања и моделирања земљишне продуктивности које садрже веома мало практично примењивих информација о земљишту (Vukadinović, et al., 2011). Наиме, ове методе нису ни намењене за конкретну примену и не откривају главна ограничења земљишта. Vukadinović et al., (2009) прорачун релативне погодности земљишта заснивају на Liebscherovoj модификацији Либиговог „Закона минимума“ (1895). Према овој модификацији сматра се да фактор у минимуму утолико јаче делује што су остали фактори приноса ближи оптимуму.

Материјал и метод рада

Основу за израду рада чине резултати педолошких и таксационих истраживања која су обављена на подручју Великог Јастребца за потребе дефинисања типова букових и буково-јелових шума (Milošević, 2006). 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 (hg_{max}).

Корелационом анализом између појединих особина проучаваних типова земљишта и средњих максималних висина, извршена је процена у којој мери својства земљишта утичу на продукцију у различитим еколошким јединицама шума букве у ГЈ“Ломничка река“ на подручју планинског масива Великог Јастрепца.

Теренска и лабораторијска проучавања земљишта су спроведена према стандардним педолошким методама. У складу са теренском методиком испитивања земљишта отворени су педолошки профили и проучена је унутрашња морфологија земљишта (дубина солума и моћност А-хоризонта). Из репрезентативних профила, по генетичким хоризонтима, узети су узорци земљишта за лабораторијска проучавања. Лабораторијске анализе земљишта извршене су према стандардној методологији (JDPZ, 1966) у педолошкој лабораторији Шумарског факултета у Београду. Гранулометријски састав је одређен третирањем узорака натријум пиропосфатом. Фракционисање земљишта је извршено комбинованом пипет методом и методом елутрације помоћу сита, по Atteberg-у. Садржај фракције песка (2-0,06 mm), праха (0,06-0,002 mm) и глине (<0,002 mm), одређен је уз помоћ троугла америчког педолошког друштва. Активна киселост земљишта (pH и H_2O) одређена је електрометријски уз помоћ pH-метра. Степен засићености земљишта базама (V %), одређен је по Hissinku (%). Процентуални садржај хумуса утврђен је применом метода Тјурина, I.B. (1960), у модификацији Simakova. Хидролитичка киселост одређена је по Карпену ($Y1 \text{ cm n/10 NaOH}$), сума адсорбованих базних катјона по Карпену ($S \text{ y, cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$) а тотални капацитет адсорпције за катјоне ($T \text{ y, cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$).

За обраду добијених резултата коришћени су програми: Statistica 7 и Statgraphics Plus version 2.1. Статистичка обрада добијених резултата лабораторијским испитивањима извршена је применом анализе варијансе и корелационом анализом. Анализа варијансе урађена је применом ANOVA теста на бази разлике суме квадрата између и унутар група, а разлике су тестиране Multiple Range Testom, применом LSD метода уз вероватноћу 95%.

Оцена јачине корелације између особина земљишта и вредности hg_{max} може се процењивати на бази *Reomer-Orphal-ova* расподеле по којој за вредности: од 0,00 до 0,10 не постоји корелација између својстава, од 0,10 до 0,25 корелација је јако слаба, 0,25 до 0,40 корелација је слаба, од 0,40 до 0,50 средња корелација, од 0,50 до 0,75 јака корелација, од 0,75 до 0,90 врло јака корелација и од 0,90 до 1,0 потпуна корелација.

Резултати

Продуктивност се најлакше може дефинисати количином органске материје (висином приноса) коју биљке могу синтетизовати на неком станишту током вегетационог периода. У новијим радовима (Vasu, 1994, 1997; Peng et al., 2002) све се више истиче и усваја 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. Принос и прираст су најбољи показатељи плодности земљишта али 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.

У досадашњој педолошкој пракси проучавање оцене плодности и продуктивности шумских земљишта најчешће је вршено на бази процене особина земљишта (Knežević i Košanin, 2002; 2005; Košanin i Knežević, 2003; 2004; 2005; 2007; Košanin et al., 2005; Knežević et al., 2010; и други радови). За процену производног потенцијала земљишта коришћени су резултати морфолошких проучавања и физичко-хемијских испитивања земљишта.

Веома је тешко утврдити на који начин и у којој мери поједина својства земљишта утичу на продуктивност шумским заједница. Непосредно мерење елемената плодности земљишта је веома отежано због веома комплексног утицаја различитих својстава земљишта на плодност. У радовима (Knežević, et al., 2010; Košanin, et al., 2012, 2013), оцена производног потенцијала земљишта, поред стандардне процена на бази морфолошких и стандардних физичких и хемијских особина, обухватила је и утврђивање зависности између појединих особина земљишта и неког показатеља продуктивности састојина. Средња максимална висина (и средња висина), према бројним наводима представљају таксационе елементе који су „под најмањим утицајем мера неге и свих дејстава и односа који владају у састојини и проистичу из тога“ (Milošević, 2006). Захваљујући овој чињеници средње максималне висине је могуће искористити за довођење у везу са производним потенцијалом и особинама земљишта. Такође, могуће је утврдити у коликој се мери 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.

У раду су коришћени подаци педолошких проучавања и вредности мерења средњих максималних висина (hg_{max}) са подручја планине Велики Јастребац, газдинска јединица “Ломничка река”. Највећим делом газдинска јединица је смештена у котлини, која је окружена јако купираним и стрмим тереном (20 - 40°), а доминантна експозиција је северна. Највиши врх је Страцимир 1394 m. Најзаступљенија врста дрвећа је буква са учешћем у укупној запремини од 75% и текућем запреминском прирасту од 69%. У појасу од од 600-1000 m, влада хумидна клима, а изнад овог појаса (највиши врх Страцимир - 1394 m), перхумидна. На истраживаном подручју доминантна су два типа земљишта: хумусно-силикатно земљиште (ранкер) и кисело смеђе земљиште (дистрични камбисол). Кисело смеђе земљиште проучено је на гранодиориту, док се хумусно-силикатно земљиште претежно јавља на филиту и корниту. Са мањим површинским распрострањењем јављају се и оподзољено кисело смеђе земљиште на гранодиоритској геолошкој подлози и оподзољено хумусно-силикатно земљиште (ранкер) на корниту.

У радовима Knežević, et al., (2010) и Košanin, et al., (2012) долазе до закључка да између својстава земљишта веће продукционе способности и средњих максималних висина, односно средњих висина (Košanin, et al., 2013), постоје јаче корелационе везе. Наиме, Knežević, et al., (2010) су корелационом анализом утврдили да између својстава типичног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина (hg_{max}) постоје знатно јаче корелативне везе, него између својстава оподзољеног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина.

Дубоко, типично кисело смеђе земљиште на гранодиориту, у планинској шуми букве (*Fagetum moesiacaе montanum subass. typicum*), одликује се веома повољним

својствима: великом дубином, моћним А-хоризонтом, повољном текстуром, без скелета је, богато је хумусом и добро обезбеђено азотом. Оподзољено кисело смеђе и оподзољено хумусно-силикатно земљиште у ацидофилној шуми букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) и оподзољено кисело смеђе земљиште у ацидофилној шуми букве са маховинама (*Musco-Fagetum*), може се окарактерисати као земљиште ниског производног потенцијала. Томе нарочито доприносе мала дубина солума, већа или мања скелетност, као и оподзољавање у површинском делу земљишта.

Аутори такође закључују да на земљиштима нижег производног потенцијала до јачег изражаја долази утицај станишних фактора. Низак производни потенцијал оподзољених варијанти хумусно-силикатног и киселог смеђег земљишта је резултат неповољних орографских фактора: рељефа, надморске висине, нагиба и експозиције. Релјеф се одликује великом купираношћу и великим нагибом, често и до 35°, што доводи до ерозије површинског дела земљишта.

Košanin, et al., (2012) такође долазе до закључка да постоје изражене разлике у особинама између типичног киселог смеђег земљишта и дистричног хумусно-силикатног земљишта, које су условиле разлике у производном потенцијалу између планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum subass. typicum*) и шуме букве са племенитим лишћарима (*Fagetum moesiacaе montanum subass. aceretosum*) на подручју Великог Јастрепца.

Дистрично хумусно силикатно земљиште на филиту, у типу планинске шуме букве са племенитим лишћарима (*Fagetum moesiacaе montanum subass. aceretosum*), може се окарактерисати као земљиште осредњег производног потенцијала. Томе нарочито доприноси слаба развијеност солума (плитко до средње дубоко), већа или мања скелетност и повећана киселост. Статистичка анализа је потврдила да између наведених еколошких јединица постоје статистички сигнификантне разлике између утврђених средњих максималних висина. Аутори на крају закључују да „својства хумусно-силикатног земљишта (ранкера) у нешто мањој мери утичу на средње максималне висине у проучаваним типовима шума букве са племенитим лишћарима“.

У раду Košanin et al., (2013) дата је оцена повезаности производног потенцијала земљишта и средњих висина (hs) смрче у два типа шуме у ГЈ “Самоковска река” на подручју НП “Копаоник“. Поређена је веза средњих висина смрче и особина смеђег подзоластог земљишта у шуми букве, јеле и смрче (*Piceo-Abieti-Fagetum typicum*) и веза између средњих висина смрче и особина еутричног хумусно-силикатног земљишта и еутричног смеђег земљишта на серпентиниту у типу шуме букве, јеле и смрче са вијуком (*Piceo-Abietu-Fagetum drymetosum*). Корелационом анализом је утврђено да особине еутричног хумусно-силикатног и еутричног смеђег земљишта на серпентиниту имају веома слаб утицај на средње висине смрче, док са друге стране анализиране особине смеђег подзоластог земљишта на гранодиориту врше јак утицај. Исти аутори закључују да се смрча на земљиштима на серпентиниту налази ван свог еколошко-биолошког оптимума, док на земљиштима на гранодиориту налази добре услове за раст и развој.

Циљ овог рада је да се потврди тачност хипотезе да земљишта бољих особина имају јачи утицај на продуктивност састојина, исказану кроз вредности средњих максималних висина (hgmax).

На истраживаном подручју хумусно-силикатно земљиште је проучено у следећим еколошким јединицама: шуми букве и планинског јавора (*Aceri heldreichii-Fagetum*), планинској шуми буве и граба (*Fagetum moesiacaе montanum subass. carpinetosum betuli*), високопланинској шуми мезијске букве (*Fagetum moesiacum altimontanum*), планинској шуми букве са племанитим лишћарима (*Fagetum montanum subass. aceretosum*) и ацидофилној планинској шуми букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum*).

Дистрично смеђе земљиште проучено је у: типичној планинској шуми букве (*Fagetum moesiacaе montanum subass. typicum*), планинској шуми букве и граба (*Fagetum moesiacaе montanum subass. carpinetosum betuli*) и планинској шуми букве са вијуком (*Festuco drymeiae-Fagetum montanum*). Оподзољено кисело смеђе земљиште проучено је у еколошким јединицама ацидофилне планинске шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum*) и ацидофилне шуме букве са маховинама (*Musco-Fagetum*).

Статистичка анализа је показала да између утврђених вредности hg_{max} у еколошким јединицама шума букве на дистричном смеђем земљишту, затим вредности hg_{max} у еколошким јединицама на хумусно-силикатном земљишту и њиховим оподзољеним варијантама, постоје статистички сигнификантне разлике. Један од кључних фактора који утиче на разлике у продуктивности између проучених еколошких јединица су особине земљишта.

Табела 1. Упоредна анализа варирања средњих максималних висина (hg_{max}) у еколошким јединицама букве на хумусно-силикатном земљишту, киселом смеђем земљишту и њиховим оподзољеним варијантама

Тип шуме	F-однос	P-вредност	Средња вредност (m)	Хомогеност група				
Musco-Fagetum на ОДСЗ	33,56	0,0000	18,81	x				
Luzulo-Fagetum moesiacaе на ОДСЗ			21,56		x			
Aceri heldreichii-Fagetum на ХСЗ			22,60		x			
Luzulo-Fagetum moesiacaе на ОХСЗ			26,15			x		
Fagetum altimontanum moesiacum на ХСЗ			26,27			x		
Fagetum moesiacaе montanum carpinetosum betuli на ДСЗ			27,80			x	x	
Fagetum moesiacaе montanum carpinetosum betuli на ХСЗ			27,91			x	x	
Fagetum montanum aceretosum на ХСЗ			28,19			x	x	
Festuco drymeiae-Fagetum montanum на ДСЗ			29,07				x	
Fagetum moesiacaе montanum typicum на ДСЗ			32,97					x

ОДСЗ-оподзољено дистрично смеђе земљиште

ОХСЗ-оподзољено хумусно-силикатно земљиште

ХСЗ-хумусно-силикатно земљиште

ДСЗ-дистрично смеђе земљиште

Анализа варијансе средњих максималних висина у еколошким јединицама планинске и високопланинске шуме букве (табела 1), показује да постоје статистички сигнификантне разлике. Наиме, у посебне групе се издвајају:

1. вредности $hg_{max}=32,97$ m, измерене у еколошкој јединици типичне планинске шуме букве (*Fagetum moesiacaе montanum typicum*) на дубоком дистричном смеђем земљишту на гранодиориту. Земљиште се одликује високом еколошко-производном вредношћу;
2. вредности $hg_{max}=18,81$ m, у ацидофилној шуми букве са маховинама (*Musco-Fagetum*) на оподзољеном дистричном смеђем земљишту, на гранодиориту. Низак производни потенцијал земљишта се објашњава великим нагибом терена и присуством површинске ерозије, што утиче на малу дубину солума. Скелетност земљишта је веома изражена;
3. вредности $hg_{max}\approx 22,00$ m, у еколошким јединицама ацидофилне планинске шуме букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum*) на оподзољеном киселом смеђем земљишту и шуми букве и планинског јавора (*Aceri heldreichii-Fagetum*) на хумусно-силикатном земљишту.
4. са вредностима $hg_{max}\approx 26,20$ m, у посебну групу могу се издвојити ацидофилна планинска шума букве са бекицом (*Luzulo-Fagetum moesiacaе montanum*) на оподзољеном хумусно силикатном земљишту и високопланинска шума мезијске букве (*Fagetum montanum altimontanum*) на хумусно-силикатном земљишту;
5. У посебну групу се могу издвојити вредности $hg_{max}\approx 22,00$ m, утврђене у планинској шуми букве са вијуком (*Festuco drymeiae-Fagetum montanum*), на нешто плићим и често скелетним дистрично смеђим земљиштима;
6. Планинска шума букве и граба (*Fagetum moesiacaе montanum subass. carpinetosum betuli*) на хумусно-силикатном и киселом смеђем земљишту и планинска шума букве са племанитим лишћарима (*Fagetum montanum subass. aceretosum*) на хумусно-силикатном земљишту, чине посебну групу. Земљишта се одликују осредњим еколошко-производним карактеристикама, углавном су средње дубока, скелетна.

Утврђивање утицаја својстава земљишта на продуктивност

Да би утврдили у којој мери поједина својства хумусно-силикатног земљишта, кисело смеђе земљишта и њихових оподзољених варијанти утичу на средње максималне висине у еколошким јединицама букве у планинском и високопланинском подручју ГЈ “Ломничка река“, аналитички подаци су упоређивани регресионом анализом. У раду је проучаван утицај следећих особина земљишта на вредности hg_{max} : дубина солума, моћност А хоризонта, садржај скелета, садржај фракције глине (честице $<0,002$ mm), рН вредност (у H_2O), степен zasiћености базама, хидролитичка киселост, тотални капацитет адсорпције и садржај хумуса. Због великог броја података у табелама 2, 3 и 4, дате су само зависности између особина проучаваних земљишта и hg_{max} који су на нивоу **врло јаке и потпуне** корелационе везе.

На основу резултата регресионе анализе (табела 2), закључује се да су између својстава оподзољеног хумусно-силикатног и оподзољеног киселог смеђе земљишта и

средњих максималних висина у ацидофилној шуми букве са бекицама (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) и ацидофилној шуми букве са маховинама (*Musco-Fagetum*), све корелационе везе на нижем рангу од задатог.

Из табела 3 и 4 се јасно уочава да, у односу на табелу 2, расте утицај особина земљишта на вредности hg_{max} . Јачина корелационих веза у табели 3 је у већем броју случајева у домену „веома јаке и потпуне“, док у табели 4 постоји велика повезаност, посебно на најпродуктивнијем типу земљишта - дистричном смеђем на гранодиориту.

Резултати су показали да између својстава оподзољеног хумусно-силикатног и оподзољеног киселог смеђег земљишта и средњих максималних висина букве на истраживаном подручју *није утврђено постојање корелативне везе на нивоу потпуне и веома јаке* (табела 2).

Табела 2: Регресиона анализа између својстава оподзољеног хумусно-силикатног и оподзољеног дистричног смеђег земљишта и hg_{max} у еколошким јединицама ацидофилне шуме букве са бекицама (*Luzulo-Fagetum moesiacaе*) и ацидофилне шуме букве са маховинама (*Musco-Fagetum*);

Својство земљишта	Коефицијент корелације	Јачина корелације	R ²	Једначина изабраног модела
<i>Luzulo-Fagetum moesiacaе</i> и <i>Musco-Fagetum</i>				
Дубина	-0,11	Јако слаба	1,29	$hg_{max}=22,1355-0,0172727* \text{дубина}$
Моћност Ah хоризонта	0,33	Слаба	10,66	$hg_{max}=\exp(3,00152+0,00891732*\text{моћност Ah})$
pH у води	0,64	Јака	41,13	$hg_{max}=1/(-0,00668851+0,250172/\text{pH})$
Садржај хумуса	0,64	Јака	40,66	$hg_{max}=19,4482+3,61919/\text{садржај хумуса}$
Степен засићености базама (%)	0,47	Средња	22,36	$hg_{max}=1/(0,043345+0,0586194/V\%)$
Хидролитичка киселост	0,30	Слаба	9,17	$hg_{max}=\exp(2,99718+1,41461/Y_1)$
Тотални капацитет адсорпције	0,24	Јако слаба	5,49	$hg_{max}=\exp(2,98941+1,28661/T)$

Својства хумусно-силикатног земљишта у мањој мери утичу на средње максималне висине у проучаваним еколошким јединицама шума букве (табела 3), јер је постојање потпуне или веома јаке корелативне везе утврђено само у 5 случајева. Својства дистричног смеђег земљишта налазе се у знатно јачој корелацији са средњим максималним висинама букве у односу на хумусно силикатно земљиште, и то у 11 случајева (табела 4). *Најјаче корелативне везе утврђене су између особина дистричног смеђег земљишта на гранодиориту и вредности средњих максималних висина букве – чак у 6 случајева.*

Табела 3. Регресиона анализа између анализирааних својстава хумусно-силикатног земљишта и средњих максималних висина у проучаваним еколошким јединицама шума букве;

Својство земљишта	Коефицијент корелације	Јачина корелације	R ²	Једначина изабраног модела
<i>Fagetum montanum aceretosum</i>				
Садржај хумуса	0,99	потпуна	98,00	hgmax=26,377+12,9114/садржај хумуса
<i>Fagetum moesiaceae montanum carpinetosum betuli</i>				
Дубина	0,66	Јака	43,55	hgmax=exp(2,96761+0,00707262*дубина)
Садржај скелета	0,55	Јака	29,90	hgmax=exp(3,18642+0,00429987*садржај скелета)
Садржај глине	-0,65	Јака	41,96	hgmax=1/(0,0399608-0,000451095*садржај глине)
<i>Fagetum altimontanum moesiicum</i>				
Садржај скелета	-0,59	Јака	34,26	hgmax=1/(0,0415407-0,203678/садржај скелета)
<i>Aceri heldreichii-Fagetum</i>				
Садржај скелета	0,56	Јака	30,97	hgmax=1/(0,023229+0,000487158*садржај скелета)
рН вредност	-0,66	Јака	43,84	hgmax=1/(0,192575-0,0369677*рН вредност)
Степен засићености базама (V%)	0,98	Потпуна	95,59	hgmax=1/(0,0334076+0,002049*V%)
Садржај глине	0,91	Потпуна	82,82	hgmax=-28,312+3,13937*садржај глине
<i>Luzulo-Fagetum moesiaceae</i>				
рН вредност	-0,95	Потпуна	89,33	hgmax=1/(0,148256-0,508382/рН вредност)
Степен засићености базама (V%)	-0,94	Потпуна	89,21	hgmax=exp(3,4721-0,00776163*V%)

Табела 4. Регресиона анализа између анализираних својстава дистричног смеђег земљишта и средњих максималних висина у проучаваним еколошким јединицама шума букве;

Својство земљишта	Коефицијент корелације	Јачина корелације	R ²	Јачина изабраног модела
<i>Fagetum moesiaceae montanum typicum</i>				
рН вредност	0,78	Веома јака	60,70	hgmax=(5,24329+0,0623639*рН вредност)
Моћност А хоризонта	1,0	Потпуна	99,10	hgmax=1/(0,0277378+0,0149914*моћност А)
Степен засићености базама	0,92	Потпуна	84,82	hgmax=29,8994+0,0366976*V%
Хидролитичка киселост	-0,97	Потпуна	93,42	hgmax=exp(3,60569-0,00242138/Y _i)
Тотални капацитет адсорпције	0,90	Потпуна	80,71	hgmax=1/(0,0264911+0,000109909*T)
Садржај глине	0,90	Веома јака	81,59	hgmax=30,0586+0,0847079*садржај глине
<i>Fagetum moesiaceae montanum carpinetosum betuli</i>				
Дубина	0,90	Веома јака	80,02	hgmax=1/(0,0325639+0,191513)*дубина
Моћност А хоризонта	-0,83	Веома јака	69,14	hgmax=exp(3,3732-0,0031893*моћност А хоризонта)
Степен засићености базама	-0,68	Јака	46,62	hgmax=30,0491-0,0620136*V%
Садржај хумуса	-0,76	Веома јака	57,30	hgmax=28,7872-1,17476*ln/садржај хумуса
Садржај глине	0,73	Веома јака	53,90	hgmax=exp(3,28073+0,00462308*садржај глине)
<i>Festuco drymeiae-Fagetum montanum</i>				
Дубина	0,53	Јака	28,03	hgmax=21,445+423,57*дубина
Садржај скелета	0,50	Јака	23,86	hgmax=1/(0,0320281+0,000128573*садржај скелета)
Моћност А хоризонта	0,62	Јака	38,50	hgmax=1/(0,02397+0,000971911*моћност А хоризонта)
Садржај хумуса	-0,78	Веома јака	60,70	hgmax=1/(0,044706-0,00471031*садржај хумуса)

Дискусија

Природна плодност шумских земљишта је „способност земљишта дефинисана сумом његових својстава“ и производ је комплексног деловања педогенетских фактора: климе, вегетације, матичног супстрата, организама, рељефа и процеса педогенезе, без учешћа антропогеног фактора. 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 (Knežević et al., 2010).

Оцена производног потенцијала шумских земљишта вршена је на различите начине. Antić et al., (2007) наводе да се оцена производног потенцијала шумских земљишта може 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*. Ćirić (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 (Antić et al., 2007). Antić et al., (1969) бонитирали су целу еволуционо-генетску серију земљишта на песку Делиблатске пешчаре.

Jović et al., 1996 истичу да проучавања земљишта представљају веома значајну основу при оцени производне способности типова шума. Antonović i Vidaček (1979) наводе да се оцена квалитета земљишног простора може вршити „у односу на продуктивност природних шума и шумских култура“, а према *средњем годишњем прирасту дрвне масе, сортиментној структури, количини дрвне масе* и др.

Како истичу Manojlović et al., (2014), при процени плодности и продуктивности земљишта потребно је: изабрати показатеље (индикаторе) плодности и продуктивности земљишта; протумачити резултате изабраних показатеља и дати оцену плодности. У радовима који третирају проблематику продуктивности шумских земљишта (Knežević et al., 2010; Košanin et al., 2012; Košanin et al., 2013) управо је средња висина букве (едификатор), *препозната и издвојена као показатељ – индикатор плодности и продуктивности*. Природна плодност шумских земљишта је „способност земљишта дефинисана сумом његових својстава“ али је и производ комплексног деловања педогенетских фактора. Значи да се утицај фактора средине рефлектује кроз еволуционо-генетски развој и особине земљишта.

Средње максималне висине главних врста дрвећа у састојини (hg_{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. Захваљујући свему реченом произилази да се разлике у продуктивности земљишта манифестују разликама у вредностима hg_{max} .

На основу добијених резултата можемо закључити да између еколошких јединица шума букве на Великом Јастрепцу, ГЈ “Ломничка река“, постоје значајне разлике које су испољене кроз вредности средњих максималних висина букве као едификатора. Такође, утврђено је да се највећи утицај особина земљишта на hg_{max} остварује на високо продуктивном

типичном киселом смеђем земљишту на гранодиориту, а да се са погоршавањем својстава земљишта смањује и степен утицаја на hg_{max} .

У типичној шуми букве на типичном киселом смеђем земљишту сви услови су прилагођени био-еколошким карактеристикама букве као едификатору заједнице, па се самим тим постижу и најбољи резултати везано за продуктивност састојине исказану кроз вредности hg_{max} . Са погоршавањем био-еколошких услова (повећање нагиба, топле експозиције, више или мање раскинут склоп састојине и др.), буква излази из свог оптимума. Изласком из оптимума смањује се и продукција исказана кроз вредности hg_{max} -а. Кроз особине земљишта рефлектује се и испољава утицај свих станишних фактора који се прожимају на једном локалитету. Због тога је исправно оцену продуктивности једног станишта посматрати кроз призму плодности и продуктивности земљишта. Довођењем у везу особина земљишта и неког од продукционих показатеља састојине, у овом случају средњих максималних висина, добијамо могућност да испитамо утицај појединих својстава земљишта на продуктивност састојина и да их анализирамо.

Све проучене еколошке јединице, изузев типичне шуме букве (*Fagetum moesiaca montanum typicum*) на дубоком киселом смеђем земљишту на гранодиориту, представљају еколошки и едафски погоршане варијанте што се, наравно, одразило и на вредности средњих максималних висина букве као едификатора.

Закључци

У раду су коришћени резултати проучавања земљишта са подручја Великог Јастрепца, ГЈ “Ломничка река“. На истраживаном подручју доминантна су два типа земљишта: хумусно-силикатно земљиште (ранкер) и кисело смеђе земљиште (дистрични камбисол). Кисело смеђе земљиште проучено је на гранодиориту, док се хумусно-силикатно земљиште претежно јавља на филиту и корниту. Са мањим површинским распрострањењем јављају се и оподзољено кисело смеђе земљиште на гранодиоритској геолошкој подлози и оподзољено хумусно-силикатно земљиште (ранкер) на корниту.

Основни циљ рада био је да се потврди тачност хипотезе да земљишта бољих особина имају јачи утицај на продуктивност састојина, исказану кроз вредности средњих максималних висина (hg_{max}). Средња максимална висине представљају таксациони елемент који је под најмањим утицајем мера неге и свих дејстава и односа који владају у састојини и проистичу из тога.

Статистичка анализа је показала да између утврђених вредности hg_{max} у еколошким јединицама шума букве на дистричном смеђем земљишту, затим вредности hg_{max} у еколошким јединицама на хумусно-силикатном земљишту и њиховим оподзољеним варијантама, постоје статистички сигнификантне разлике.

Резултати су показали да између својстава оподзољеног хумусно-силикатног и оподзољеног киселог смеђег земљишта (земљишта ниске еколошко-производне вредности) и средњих максималних висина букве, на истраживаном подручју, *није утврђено постојање корелативне везе на нивоу потпуне и веома јаке*.

Својства хумусно-силикатног земљишта у мањој мери утичу на средње максималне

висине у проучаваним еколошким јединицама шума букве. *Потпуна или веома јака корелативна веза* између особина земљишта и *hgm*ах утврђена је само у 5 поређења.

Утврђено је да се својства киселог смеђег земљишта налазе у знатно јакој корелацији са средњим максималним висинама букве, при чему је постојање *потпуне или веома јаке корелативне везе* утврђено у 11 поређења.

Утврђено је постојање потпуне ли веома јаке корелације чак између 6 особина киселог смеђег земљишта (садржај глине, рН вредност, моћност А хоризонта, тотални капацитет адсорпције, хидролитичка киселост, степен засићености базама) и средњих максималних висина букве. Јачина корелационе везе се смањује са погоршавањем особина киселог смеђег земљишта на гранодиориту. Тако нпр. у еколошкој јединици планинске шуме букве са вијуком (*Festuco drymeiae-Fagetum montanum*), јака корелативна веза утврђена је између садржаја хумуса и вредности средњих максималних висина букве.

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. Univerzitetski udžbenik. Naučna knjiga. Beograd (1-403)

Antonović, G., Vidaček Ž. (1979): Osnovni principi procjene zemljišnog prostora. Zemljište i biljka. Vol. 28. No. 1-2. Beograd (51-85)

Ćirić, M. (1965): Zemljišta u šumama crnog bora u Bosni i njihova proizvodna vrednost. Narodni šumar, sveska 11-12. Sarajevo.

Dinić, Z., Perović, V., Topisirović, G., Čakmak, D. (2011): Primena GIS u proceni topografskih i hemijskih parametara pogodnosti za uzgoj vinove loze. Poljoprivredni fakultet i Institut za poljoprivrednu tehniku. Poljoprivredna tehnika. Broj 3, Str. 109 – 118. Beograd.

Đorđević, A., Radmanović S., (2016): Pedologija. Univerzitetski udžbenik Univerzitet u Beogradu poljoprivredni fakultet. Beograd (1- 359)

Husnjak, S., Kušan, V., Perica, D., Kaučić, D., Carević, T. (2014): Proizvodni potencijal zemljišta na kraškim poljima otoka Lastovo. Hrvatske vode. 22(2014), 89, 213-226. Zagreb.

Jović, N., Tomić Z., Jović D. (1996): Tipologija šuma. Udžbenik. Drugo izdanje. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd (1-271)

JDPZ (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta-priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ. Beograd.

JDPZ (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta-priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ. Novi Sad.

Milošević, R. (2006): Definisanje tipova bukovih i bukovo-jelovih šuma na Velikom Jastrebcu. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. Str. 1-333.

Knežević, M., Milošević, R., Košanin, O. (2010): Proizvodni potencijal zemljišta i osnovni elementi produktivnosti najzastupljenijih kitnjakovih tipova šuma u NP "Đerdap". Glasnik Šumarskog fakulteta, br. 102. Beograd (57-68)

Knežević, M., Košanin, O., Milošević, R. (2011): Assessment of production potential of podzolised and typical brown soils in some forest types in the area of Veliki Jastrebac. Glasnik Šumarskog fakulteta, Br 103, str. 57-71. Beograd.

Košanin, O., Knežević, M., Milošević, R. (2012): Ocena proizvodnog potencijala nekih

tipova šuma bukve na rankeru i distričnom kambisolu na području Velikog Jastrebcu. Šumarstvo 3-4. Str. 1-15. Beograd.

Košanin, O., Knežević, M., Šljukić, B. (2013): *Assesment of the production potential of the soils in some forest types in the area the national park "Kopaonik"*. PROCEEDINGS of "The 1st International Congress on Soil. Belgrade, Serbia. Proceedings. 264-278.

Mrvić, V., Antonović, G., Martinović, Lj. (2009): Plodnost i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištima centralne Srbije. Institut za zemljište. Beograd (1-223)

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)

Manojlović, M., Bogdanović, D., Lazić, S., Nešić, Lj. (2014): Plodnost i opterećenost zemljišta u pograničnom području. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet. TFK SIGNUM. Novi Sad.

Knežević, M., Košanin, O. (2002): Edafski potencijali bukovih šuma Brezovice. Glasnik Šumarskog fakulteta, br 86. Beograd, str. 135 – 145.

Knežević, M., Košanin, O. (2005): Zemljišta u bukovim šumama Srbije. Zbornici: "Bukva u Srbiji". Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd; Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd, str. 94 – 108.

Košanin, O., Knežević, M. (2003): Osobine i proizvodni potencijal kambičnih zemljišta na andezitskim stenama u bukovim šumama na Crnom Vrh u kod Bora. Glasnik Šumarskog fakulteta, br 87. Beograd, str. 151-161.

Košanin, O., Knežević, M. (2004): Osobine i proizvodni potencijal distričnog smeđeg zemljišta na crvenom peščaru u bukovim šumama G.J."Čestobrodica". Glasnik Šumarskog fakulteta, br. 89. Beograd. Str. 147 – 155.

Košanin, O., Knežević, M. (2005): Proizvodni potencijal zemljišta u izdanačkim šumama kitnjaka. Glasnik Šumarskog fakulteta, 92. Beograd. Str. 87 – 99.

Košanin, O., Knežević, M. (2007): Zemljišta u različitim šumskim zajednicama G.J."Čezava". Zbornici: "Osnovne ekološke i strukturno proizvodne karakteristike tipova šuma Đerdapa i Tare". Ministarstvo nauke Republike Srbije, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Nacionalni park "Đerdap", Nacionalni park "Tara". Beograd, str. 9 – 27. **Košanin, O., Miletić, Z., Knežević, M.** (2005): Osobine i proizvodni potencijal zemljišta. Naučne studije i monografije: "Izdanačke bukove šume severoistočne Srbije. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu i Institut za šumarstvo u Beogradu. Beograd, str. 25 –32.

Vasu, A. (1994): The Soil Chemistry, Ecosystem Integrated into the Environmental Research, Proceedings, 15th. World Congress of Soil Science. Acapulco, Mexico (56-57)

Vasu, A. (1997): Soil Chemistry and Ecosystem Productivity, Berichte der DBG Tagnug. Konstantz, Germany.

Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1997): Ishrana bilja. Univerzitetski udžbenik. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. (1-199)

Vukadinović i Vukadinović (http://tlo-i-biljka.eu/GIS/Zem_resursi.pdf)

Vukadinović, V., Bertić, B., Kos, M., Grabić, A., Vukadinović, V., Jug, I., Glavaš, R., Đurđević, B. (2009): Zbrinjavanje saturacijskog mulja kalcizacijom kiselih tala Osiječko-baranjske županije. Zbornik radova znanstveno stručnog skupa, Tehnologije zbrinjavanja otpada i zaštite tla. Zadar, Hrvatska, pp. 29-37.

Vukadinović, V., Bertić, B., Đurđević, B., Vukadinović, V., Jug, I., Kraljićak, Ž. (2011): Analiza pogodnosti zemljišnih resursa istočne Hrvatske funkcijskim modelom. Poljoprivreda, 17:2011 (1), 64-68.