

Završni radovi III ciklusa studija odbranih u školskoj 2018/2019. godini

Redni broj	Autor	Naziv teme završnog rada	Mentor	Godina odbrane	Sažetak / Summary
1.	AVDAGIĆ Admir	Modeli procjene zapremine stabla i strukture drvnih proizvoda bukve kao naučno uporište za gazdovanje šumama u Kantonu 10	Besim Balić	2019	<p>Bukva (<i>Fagus sylvatica L.</i>) je najrasprostranjenija vrsta drveća u Centralnoj Evropi (Bohn et al dr. 2000, Ellenberg 1996). S obzirom na njenu veliku ekološku i ekonomsku vrijednost bukva je jedna od najpoželjnijih lišćarskih vrsta za šumarstvo (Diaconu et al. 2015). Također bukva (<i>Fagus sylvatica L.</i>) predstavlja jednu od najvažnijih vrsta drveća i u Bosni i Hercegovini. Bosna i Hercegovina raspolaže sa 3.231.500 ha šuma i šumskog zemljišta, što je oko 60% od njene ukupne površine (Lojo i Balić 2011). Poznavanje stvarnog stanja šumskog fonda koje podrazumijeva poznavanje drvene zalihe u pogledu kvantiteta i kvaliteta predstavlja osnovu za gazdovanje šumama. Osim poznavanja ukupne količine drvene zalihe razvrstane po debljinskim stepenima i klasama, potrebno je poznavati i strukturu šumskih drvnih sortimenata koji bi se dobili racionalnim iskorištenjem tih drvnih masa. Za brzo i ekonomično određivanje količine sortimenata pojedinih stabala ili sastojina služe odgovarajuće sortimentne tablice. Prva sistematska prikupljanja i obrada podataka u cilju prikaza stanja šumskog fonda, kako u pogledu veličine drvnih zaliha, prirasta i kvaliteta stabala, tako i s obzirom na količinu sortimenata, u Bosni i Hercegovini su provedena 1964. godine u okviru inventure šuma na velikim površinama (Matić et al.1971). Zapremenske tablice koje se koriste u Bosni i Hercegovini u ovom trenutku (Drinić et al. 1963,1980,1990) konstruisane su na osnovu njemačkih zapreminskih tablica za jednodobne šume. Zapreminski koeficijenti iz navedenih tablica su preuzeti pa se pretpostavlja da postoje određene razlike u zapremeni stabala. U vrijeme kada su konstruisane tablice za procjenu zapremina stabala bukve u BiH upotreba računara nije bila moguća, tako da utabličene veličine zapremina nije moguće koristiti za kompjutersku obradu. Tadašnje tablice sadrže veličine koje su izravnavane grafičkim i analitičkim putem i nije nam poznat matematički model korištenih funkcija kao ni koje su mjere pouzdanosti. Izravnavanje originalnih podataka premjera pri konstrukciji dvovalaznih zapreminskih tablica u literaturi se spominju mnogi izvori koji tretiraju problematiku direktnog izravnavanja veličine zapremina u zavisnosti od prečnika i visine kao nezavisnih varijabli. Primjenjuju se mnoge funkcije sljedećih autora: Stoate (1945), Spurr (1952), Ogaya, Nasslund (1947), Meyer (1961), prema Pranjčić i Lukić (1977), Näslund (1940), Dwight, Quebec, Berry, Bruce (1974), Myburgh, Tremblay (1976), Barnard (1973), Myers (1972) Murphy (1968) Eriksson (1973) prema Van Laar i Akça (2007), Deadman et al. (1979) modifikovana Schumacher-Hall model, Lockow (1977), Scott (1981), Bockmann et al. (1990) itd. Ovaj rad se bavio ispitivanjem karaktera i jačine različitih korelacionih veza kao i izborom najpovoljniji regresionih modela kojima bi iskazali zavisnosti zapremina, kao zavisne varijable od drugih mjerljivih taksacionih veličina stabala bukve, kao nezavisnih varijabli. U bosanskohercegovačkoj šumarskoj nauci i praksi problem procjene kvaliteta dubećih stabala riješen je izradom odgovarajućih klasifikacija. Uzgojno-tehnička klasifikacija (Matić et al. 1971) koristi se za procjenu kvaliteta i zdravstvenog stanja dubećih stabala u datom momentu, a tehnička klasifikacija služi za utvrđivanje kvaliteta stabala s obzirom na njihovu tehničku upotrebljivost. Sa druge strane, modeli za određivanje zapremina i učešća drvnih sortimenata u zapremeni stabala bukve koji se danas koriste su izrađeni prije četrdeset i više godina. Osnova za njihovu izradu bio je jugoslovenski standard (JUS) čijim je asortimanom predviđen čitav niz šumskih drvnih sortimenata (ŠDS) za koje danas ne postoji interes na tržištu (hmeljovke, kolje, motke itd.) ili je njihova proizvodnja u okviru šumarskih preduzeća potpuno neekonomična (kolarsko drvo, duge i dužice i dr.). Jugoslovenski standard (JUS) za proizvode eksploatacije šume pripada prvoj grupi modela sortiranja tzv. „modela sortiranja prema namjeni“. Prema ovom modelu sortiranja u zavisnosti od namjene neposredne upotrebe ili dalje prerade šumski drveni sortiment dobija svoj naziv (npr. motke za hmelj, rudno drvo, celulozno drvo, ogrjevno drvo itd.). Tokom vremena došlo je do promjena kako u strukturi šuma tako i zahtjeva tržišta za drugim drvnim sortimentima, dimenzijama, pa se samim tim nameće potreba za izradom novih sortimentnih tablica koje će zadovoljiti aktualne potrebe šumarske struke i tržišta drvetom. Osim toga, trenutno svjetsko tržište počiva na sistemu slobodnog i javnog nadmetanja te stoga prisutnost proizvoda na tržištu zahtijeva prihvaćene međunarodne norme proizvoda ili nacionalne norme proizvoda usklađene s međunarodnom regulativom. To predstavlja jedan od osnovnih razloga izrade i sortimentnih tablica po Evropskim standardima (EN), koji je predstavnik tzv. „kombinovanog modela sortiranja“. Ovaj problem posebno je izražen pri realizaciji izvedbenih projekata sječe i izrade šumskih drvnih sortimenata te formiranja</p>

				<p>ukupnog prihoda na osnovu njih, jer se često javlja značajno odstupanje ostvarene u odnosu na planiranu strukturu drvnih sortimenata i/ili kvalitetnih klasa, a samim tim i prihoda koji su planirani i ostvareni. U namjeri rješavanja uočenih problema u radu su definisani sljedeći ciljevi istraživanja: 1. Iznalaženje „najboljih“ modela za procjenu zapremine stabla u zavisnosti od drugih lako mjerljivih taksacionih veličina dubelih stabala bukve. 2. Iznalaženje „najboljih“ modela za procjenu strukture drvnih proizvoda bukve koji će poslužiti kao naučno uporište za gazdovanje šumama u Kantonu 10. Navedeni ciljevi su realizovani kroz rješavanje više jasno definisanih zadataka, počevši od kreiranja metodike prikupljanja i promjera stabala, preko prikupljanja velikog broja uzoraka do same statističke obrade i interpretacije rezultata. Područje istraživanja je locirano u jugozapadnom dijelu BiH i nalazi se u sastavu Kantona 10, Federacija BiH. Navedeno područje istraživanja se sastoji od šest Šumskogospodarskih područja kojima gazduje ŠGD "Herceg bosanske šume" d.o.o. Kupres. Ukupna površina iznosi 284.277,2 ha. Za izračunavanje parcijalnih boniteta za svako stablo korišten model pomoću kog se računskim putem može utvrditi veličina relativnog boniteta za bilo koji par izmjerenih podataka ($D_{1,30}$ i H) (Balić 2011). Prilikom izravnjanja pojedinih zavisno promjenjivih veličina u zavisnosti od jedne ili više nezavisno promjenjivih veličina korištene su odgovarajuće dendrometrijske funkcije i modeli koje su bile dostupne u literaturi. Prije izbora najboljih modela izvršena je transformacija varijabli da bi se postigla homogenost varijanse. U tu svrhu je korištena metoda Box-Cox transformacija podataka (Box i Cox 1964). „Najbolji“ model je izabran na osnovu utvrđenih statistički veličina i mjera za utvrđivanje jačine regresiono-korelacione veze: standardne greške regresije, koeficijenta korelacije, koeficijenta determinacije te na osnovu rasporeda reziduala oko linije procjene. Testiranje upotrebljivosti tablica koje su kreirane na osnovu izabranih regresionih modela za procjenu zapremina korišten je procenat apsolutnog odstupanja Bruce (1920). Pored procenta apsolutnog odstupanja korišten je i <i>t-test</i> parova da bi se testirala značajnost razlika između stvarnih zapremina dobijeni sekcionim metodama i zapremina stabala iz uzorka utvrđenih na bazi dobijenih regresionih modela. Za analizu uticaja pojedinih sastojinskih parametara (bonitet, sklop i nagib terena) i kvaliteta pojedinih stabala (na osnovu tehničke klasifikacije, Matić et al. 1971) na variranje veličine pokazatelja oblika stabla (pravi oblični broj, nepravi oblični broj, Schiffelov nepravi koeficijent oblika stabla) i zapreminu stabla korištena je analiza varijanse (ANOVA). Srednji procentualni udio sortimenta je izračunat kao odnos prosječnih zapremina sortimenata po debljinskim stepenima i tehničkim kvalitetnim klasama u odnosu na zapreminu krupnog drveta. Nakon toga je izvršeno izravnjanje izračunatih srednji procentualni udjela (Zelić 2003; Prka 2008; Stefančić 1997,1998; Prka i Krpan 2007; Pavlič 1973). Za navedena izravnjanja je izabrana logaritamska funkcija. Prije nego što su izvršena izravnjanja navedeni srednji procentualnih udjela istih su transformisani tzv. <i>arcsin-kvadratni korijen</i> transformacijom (McDonald 2014; Gerald et al. 2004; Akça 2000; Winer 1962; Worton i Hui 2010; Sokal i Rohlf 2009; Zar 2010). Procentualni udio kore je izračunat u ukupnoj zapremini stabla koristeći Meyerovu (1946) formulu koja prema Wehenkel et al. (2012) predstavlja najrasprostranjeniji način računanja procentualnog udjela kore (Zelić 2003; Klepac 1958; Bektić 2015; Starčević 2016; Stankić et al. 2019 i mnogi dr.). Za formiranje baze podataka korištene je MS Office paket, odnosno MS Excel. Statističke procedure i analize su provedene u softwareima Statistica 8.0 i Statgraphics Centurion XVII. Priprema i kartiranje je izvršeno u aplikaciji QGIS 3.0. Prije testiranja više različitih modela u radu je analiziran uticaj nekoliko sastojinskih parametara (bonitet sastojine, sklop, dubina zemljišta i tehnička kvalitetna klasa) na veličine pokazatelja oblika stabla (nepravi oblični broj, pravi oblični broj, Schiffelov koeficijent oblika) te zapreminu stabala. U radu je pokazano da između stabla na različitim bonitetima staništa postoje razlike u odnosu na oblik stabla. Razlike su najizraženije kod srednje debelih stabala (30-49,9 cm). Zapremine stabala svih debljinskih klasa se razlikuju u odnosu na bonitet staništa. Sklop nema uticaj na oblik stabla dok se zapremina stabla razlikuje u zavisnosti od veličine sklopa. Dubina zemljišta ima uticaj na oblik stabla u slučaju pravog obličnog broja i Schiffelovog koeficijenta oblika i to samo za srednje debela stabla. Razlike su izražene samo na plitkom zemljištu. Uticaj dubine zemljišta se nije pokazao značajnim za zapreminu stabla. Stabla se na osnovu pokazatelja oblika razlikuju samo na nagibu terena do 10 stepeni i to samo u slučaju tankih stabala (10-29,9 cm). Uticaj nagiba terena na zapreminu prema provedenom istraživanju je zanemariv. Sa smanjenjem kvaliteta stabala (tehničke kvalitetne klase) smanjuju se veličine pokazatelja oblika stabala i zapremine stabala. Razlike u veličinama oblika stabala su izraženije kod tanjih i srednje debelih stabala. Za zapreminu stabala kao zavisno obilježje te razlike su izražene za stabla deblja od 30 cm. Prilikom ispitivanja običnih brojeva konstatovana je jaka korelacija u slučaju zavisnosti obličnih brojeva od prsnog prečnika i nepravog koeficijenta ($R=0,61$; $R=0,87$). Pri ispitivanju zavisnosti nepravog i pravog obličnog broja od prsnog prečnika i zavisnosti nepravog i pravog obličnog broja od visine stabla su pokazala veoma niske vrijednosti korelacija te</p>
--	--	--	--	--

				<p>iste nisu preporučljive za korištenje ($R^2 = 0,06$ $R^2 = 0,008$ $R^2 = 0,04$ $R^2 = 0,03$). Ispitujući zavisnosti oblikovine stabla bukve od prsnog prečnika i visine dobijena je vrlo jaka korelacija ($R^2 = 0,796$). Na osnovu izabranog modela moguće je doći do zapremine krupnog drveta stabala bukve pomoću formule: $V_7 = g \cdot h \cdot f$. U radu su i istražene korelacione veze između karakterističnih prečnika stabla. Za sve tri istražene korelacione veze izabrana je linearna funkcija. Dobijene su veoma visoke vrijednosti korelacione veze: - između prečnika na panju stabla (d_0) i prečnika na prsnoj visini ($d_{1,3}$) ($R^2 = 0,949$). Dobijeni rezultati mogu biti korisni i u praksi prilikom procjene štete od bespravnih sječa, - između prsnog prečnika ($d_{1,3}$) i prečnika na polovini visine ($d_{0,5}$) ($R^2 = 0,910$). Dobijeni rezultati mogu koristiti pri računanju nepravog koeficijenta oblika, - između prečnika na sedmom metru visine od tla (d_7) i prsnog prečnika ($d_{1,3}$) ($R^2 = 0,946$). Svrha istraživanja ove veze jeste primjena dobijenog prečnika u trouzanim zapreminskim tablicama, gdje bi se kao jedan od ulaza koristio i prečnik na sedmom metru visine od tla. Kada je u pitanju zavisnost visine stabla bukve od prsnog prečnika od svih testiranih modela najbolje izranjanje se postiže primjenom <i>Petterssonove</i> funkcije. Rezultati su pokazali da postoji vrlo jaka korelaciona veza visine stabla bukve od prsnog prečnika ($R = 0,816$). Ista funkcija je korištena i za procjenu visina svih tehničkih kvalitetnih klasa. Prilikom istraživanja zavisnosti zapremine krupnog drveta od prsnog prečnika (metod jednoulaznih zapreminskih tablica) kao najpovoljnija izabrana je linearna funkcija. Izabrana funkcija je pokazala visok nivo korelacije ($R^2 = 0,966$). Izračunate tablice se dosta dobro mogu upotrijebiti unutar jednog uskog areala (kao lokalne tablice), odnosno područja u kojem je odnos prečnika i visine približno konstantan, ali njihovo korištenje u širem području nije preporučljivo. Analizom zavisnosti zapremine krupnog drveta stabala bukve od veličina prsnog prečnika i visine stabala, testiranjem velikog broja funkcija model <i>Meyer-a</i> je izabran kao najpovoljniji (metod dvoulaznih zapreminskih tablica - $V_7 = a_0 + a_1 \cdot d_{1,3} + a_2 \cdot d_{1,3} \cdot h + a_3 \cdot d_{1,3}^2 + a_4 \cdot d_{1,3}^2 \cdot h$). Izabrani model je pokazao veoma visok nivo korelacije ($R^2 = 0,985$ $R = 0,992$). Na osnovu dobijenog modela moguće je izračunati zapreminu bilo kojeg para podataka (d, h). Na osnovu dobijenih rezultat su konstruisane dvoulazne zapreminske tablice za procjenu zapremina krupnog drveta stabala bukve u zavisnosti od prsnog prečnika - $d_{1,3}$ (cm) i visine - h (m). Računanjem parcijalnih boniteta za svako stablo iz uzorka i korištenjem prosječnih visina iz postojeće bonitetnih krivulja, korištenjem <i>Meyerovog</i> modela konstruisane su tzv. zapreminske tarife. Zbog malog broja podataka nije bilo moguće konstruisati novu bonitetnu visinsku dispoziciju, što bi svakako trebao biti zadatak u budućnosti. Na osnovu zavisnosti zapremine od prsnog prečnika, visine te prečnika na sedmom metru visine od tla kreirane su i trouzane zapreminske tablice po funkciji za procjenu zapremina stabala bukve u Švicarskoj (Brassel i Lischke 2001; Lanz 2004-$V_7 = a_0 + a_1 \cdot d_7^2 \cdot h + a_2 \cdot d^2 + a_3 \cdot d_7^3 + a_4 \cdot d^3 \cdot h$). Kreirane tablice se zbog visokih vrijednosti jačine korelacione veze te male greške procjene preporučuju za upotrebu ($R = 0,994$; $R^2 = 0,988$). Na osnovu procentualnog srednjeg odstupanja procijenjenih zapremina u odnosu na zapreminu stabla iz uzorka izračunatih sekcijom metodom te na osnovu provedenog <i>t testa</i> parova najmanja odstupanja procijenjenih zapremina u odnosu na zapreminu stabala iz uzorka daju kreirane zapreminske tablice indirektnim putem (pomoću oblikovine $V_7 = g \cdot h \cdot f$), dvoulazne tablice na osnovu modela <i>Meyer</i> (103) te trouzane zapreminske tablice. Navedene tablice se preporučuju za upotrebu u praksi. Zapremine stabala na osnovu uređajnih tarifa i dvoulaznih zapreminskih tablica koje se trenutno koristi u praksi na istraživanom području odstupaju od zapremina stabala iz uzorka. Navedene tablice daju veće vrijednosti zapremina te iste nisu preporučljive za upotrebu. Za uređajne tarife srednji procentualno odstupanje iznosi $\bar{p}_v = -2,541$, a za dvoulazne tablice $\bar{p}_v = -20,912$, što se nalazi van preporučenog okvira od $\pm 1\%$. Na osnovu <i>t testa</i> parova također postoje statistički značajne razlike u odnosu na stvarne zapremine. Te razlike su malo manje za uređajne tarife (Matić 1980) ($t_{izračunato} = -10,287 > t$ tablično 1,96) nego što je to slučaj prilikom korištenja dvoulaznih zapreminskih tablica ($t_{izračunato} = -20,781 > t$ tablično 1,96). Postojeće tablice u odnosu na stvarne zapremine stabala iz uzorka daju dosta veće zapremine. Prilikom konstrukcije sortimentnih tablica za bukvu srednji procentualni udio sortimenta je izračunat kao odnos prosječnih zapremina sortimentata po debljinskim stepenima i tehničkim kvalitetnim klasama u odnosu na zapreminu krupnog drveta. Srednji procentualni udjeli su izravnavati logaritamskom funkcijom (Zelić 2003; Prka 2008; Stefančić 1997, 1998; Prka i Krpan 2007; Pavlič 1973). Kreirane sortimentne tablice na osnovu JUS standarda se razlikuju u odnosu na postojeće sortimentne tablice. Najveće razlike se ogledaju u učešću F+L trupaca te pilanskih trupcima prve klase. Razlike se javljaju i u odnosu na ukupno iskorištenje kod treće i četvrte tehničke kvalitetne klase te količini otpadka. Po prvi put u BiH su kreirane sortimentne tablice za bukvu po BAS EN standardima. Rezultati se ne razlikuju značajno od rezultata iz okruženja. Pristup obradi podataka i modeli prikazani u ovom radu bi se trebali koristiti kao naučno uporište za gazdovanje šumama, odnosno alat pomoću kojeg bi se došlo do što tačnijih podataka. Dobijeni regresioni modeli bi se trebali testirati u okviru istraživanja</p>
--	--	--	--	---

					područja u budućnosti da bi se utvrdilo da li ima velikih odstupanja i da se isti verifikuju za upotrebu. Zbog značaja provedenih istraživanja preporučuje se da se slična istraživanja prošire i na ostale ekonomski značajne vrste drveća u Bosni i Hercegovini. Također se preporučuje da se ista istraživanja provedu i u ostalim kantonima u FBiH, odnosno u ostalim područjima Bosne i Hercegovine.
2.	KVESIĆ Stjepan	Morfološka i molekularna varijabilnost populacija klena (<i>Acer campestre</i> L.) u Bosni i Hercegovini	Dalibor Ballian	2019	Istraživanjem je obuhvaćeno 25 populacija klena (<i>Acer campestre</i> L.) u Bosni i Hercegovini. Cilj istraživanja je bio utvrditi morfološku i genetičku varijabilnost klena u Bosni i Hercegovini. Analiza morfološke varijabilnosti provedena je ispitivanjem devet svojstava ploda i 16 svojstava lista dok je analiza genetičke varijabilnosti provedena na temelju osam polimorfnih mikrosatelitnih biljega. Morfometrijskom analizom je utvrđeno morfološko izdvajanje populacija submediteranskog područja Bosne i Hercegovine što su potvrdili i rezultati molekularnih analiza. Rezultati ukazuju na značajnu ulogu ekogeografskih čimbenika u oblikovanju genetičke strukture istraživanih populacija s time da su ekološki čimbenici imali izraženiju ulogu od zemljopisnih. List klena u znatno većoj mjeri doprinosi diferencijaciji istraživanih populacija klena nego plod. To su potvrdili i rezultati analize varijanse kojom je utvrđeno da je kod mjernih svojstava lista veća međupopulacijska od unutarpopulacijske varijabilnosti dok to nije bio slučaj sa svojstvima ploda kao niti sa izvedenim svojstvima lista. Rezultati analize molekularne varijanse pokazali su veću unutarpopulacijsku od međupopulacijske varijabilnosti. Dobivene spoznaje o morfološkoj i genetičkoj varijabilnosti mogu poslužiti za očuvanje genetičke raznolikosti ove vrste te su dobar temelj za nastavak istraživanja ove vrste u svom prirodnom rasprostranjenju radi utvrđivanja utjecanja ekoloških, zemljopisnih i migracijskih čimbenika na genetičku varijabilnost populacija.

Sarajevo, 31.01.2020. godine

Priredila

Ferida Bogučanin - bibliotekar