

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 02. 06. 2006.
Prihvaćeno - *Accepted*: 09. 10. 2006.

UDK: 630*524

Elvis Paladinić*, Dijana Vuletić*

MODELIRANJE SORTIMENTNE STRUKTURE DUBEĆIH STABALA BUKVE

MODELLING OF STANDING BEECH TREES ASSORTMENT STRUCTURE

SAŽETAK

Istraživanjem se nastojao iznaći prijedlog za poboljšanje postojećih modela procjene drvnih sortimenata koje koristi šumarska operativa. Poticaj istraživanju te tematike bili su česti navodi iz šumarske operative o neslaganju planskih vrijednosti sortimenata sa vrijednostima sortimenata ostvarenim u proizvodnom procesu (po količini i kvalitetnoj strukturi). U radu su istraženi međuodnosi planiranih količina drvnih sortimenata (po Hs-PPI programu) i procijenjenog obujma sortimenata od strane procjenitelja Šumarskog instituta, Jastrebarsko te od strane šumarijskih djelatnika, na uzorcima s pet istraživanih lokaliteta. Istraživanim lokalitetima zahvaćene su četiri šumske zajednice, tri različita ekološko-gospodarska tipa šuma u V. dobnom razredu. U proredama na svih pet lokaliteta korištena je sortimentna metoda pri sječi i izradi drva.

Temeljem rezultata koji ukazuju na značajne korelacije između obujma pojedinih sortimentnih klasa oblikovani su uvjeti za isključivanje "*nepravih nula*" iz podataka uzorka prije regresijske analize obujma sortimentnih klasa. Analizom varijance triju varijabli "lokalitet", "način procjene" i "interakcija lokalitet način procjene", ustanovljeno je kako je "lokalitet" najutjecajnija varijabla na varijabilnost obujma sortimentnih klasa.

Od ispitivanih matematičkih modela, model naziva "VD1" najpouzdanije opisuje razvoj obujma različitih sortimentnih klasa po debljinskim stupnjevima. Temeljem rezultata istraživanja, predložena su poboljšanja postojećih modela procjene drvnih sortimenata u primjeni, u vidu novih koeficijenata modela. Za preciznije i pouzdanije rezultate procjene obujma sortimenata na razini lokaliteta (sastojina/grupa stabala) nužna su dodatna istraživanja.

Ključne riječi: bukva, model procjene, sortimentna struktura, prethodni prihod

* Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

UVOD, PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA

INTRODUCTION, PROBLEM AND RESEARCH OBJECTIVE

Stablimična procjena sortimentne strukture stabala u dijelu gospodarske jedinice (odjel/odsjek) predviđenom za uzgojnu mjeru prorjeđivanja, iziskuje velike troškove koji se često ne mogu pokriti iz prihoda dobivenog prodajom izrađenih sortimenata. Iz tog razloga treba istraživati mogućnosti izrade modela za procjenu razvoja strukture sortimenata na razini stabla, koji bi poslužili kao podloga za izradu tablica (generalne, lokalne) veće točnosti, uz uvažavanje svih posebnosti sastojine.

Problem procjene obujma drvnih sortimenata pri planiranju proizvodnje, unatoč velikim naporima, još uvijek nije riješen na zadovoljavajući način, što se odražava učestalim neslaganjem plana i ostvarenja. VONDRA (1995) je ustvrdio kako nijedan od pet tadašnjih modela za procjenu sortimenata sječnog etata ne sadrži dovoljan broj ulaznih parametara za objektivnu procjenu sortimenata na razini odsjeka, te da je nepouzdana procjena posljedica manjkavosti podloga za planiranje, odnosno sortimentnih tablica i neujednačenih načina provedbe procjena. Uz to, postojeće sortimentne tablice ne prave razliku između prethodnog i glavnog prihoda, iako je sortimentna struktura drva prethodnog prihoda radi negativne selekcije stabala pri doznaci i manjih promjera, nepovoljnijeg omjera sortimenata u odnosu na glavni prihod.

Cilj istraživanja je na temelju postojećih, već razvijenih metodologija, oblikovati prihvatljive modele procjene sortimentne strukture, dubećih stabala bukve prethodnog prihoda.

Na obim istraživanja utjecalo je smanjenje broja sječina u bukovim sastojinama u odnosu na godišnje planove sječa uprava šuma podružnica na čijem su području dogovorena istraživanja. Usljed navedenog ograničenja, žarište istraživanja postavljeno je na zrele bukove sastojine u dobi od 80 do 90 godina, u kojima se obavljaju posljednje prorede. Sljedom navedenog, istraživanje je u predviđenom roku obavljeno na pet lokaliteta čime su obuhvaćena tri ekološko-gospodarska tipa šuma (EGT-a).

Za istraživanje je odabrana bukva, vrsta drveća koja je zanimljiva iz razloga što čini veliki udio u ukupnoj drvanoj zalihi državnih šuma (oko 36%; izvor: *Šumskogospodarska osnova područja, 1996-2005*) te stoga i po obujmu izrađenih sortimenata značajno sudjeluje u godišnjem sječivom etatu ("Hrvatske šume" d.o.o.; plan poslovanja u 2005. godini), ali i zbog dotadašnje dobre tržišne potražnje za bukovim drvom (trupcima i piljenim drvom).

Ispitali smo mogućnost uključivanja novih čimbenika u model planiranja proizvodnje drvnih sortimenata. To se ponajprije odnosi na stanišne prilike i gospodarenje. Ti su čimbenici u nekim ranijim istraživanjima potvrđeni kao utjecajni, ali se ne koriste kod postojećih modela procjene sortimenata (PLAVŠIĆ i GOLUBOVIĆ 1967; VONDRA 1991, 1995; MARTINIĆ 1995; VULETIĆ 1996, 1999). Jedini čimbenik koji se koristi kao pokazatelj boniteta sastojina pa tako i stanišnih prilika je tarifni niz (VONDRA 1991).

Stanišne prilike, uspješnost gospodarenja te kombinacije sortimenata na razini stabla nisu uključeni u model procjene sortimentne strukture populacije doznačenih stabala. Analiza tih čimbenika otežana je dosadašnjim načinom (ne)evidentiranja podataka o povijesnom razvoju sastojina, odnosno nedostatkom podataka o obavljanim šumskouzgojnim zahvatima u sastojinama od njihovog pomlađivanja (podaci o zahvatima po vremenu i drvnom obujmu, intenzitet zahvata i sl.) i o drugim događanjima tijekom razvoja sastojine (vjetroizvale, snjegolomi, razni oblici građenja u prostoru i sl.). Detaljnija rasprava o tim čimbenicima, proizašla iz istraživanja, nalazi se u magistarskom radu PALADINIĆA (2005).

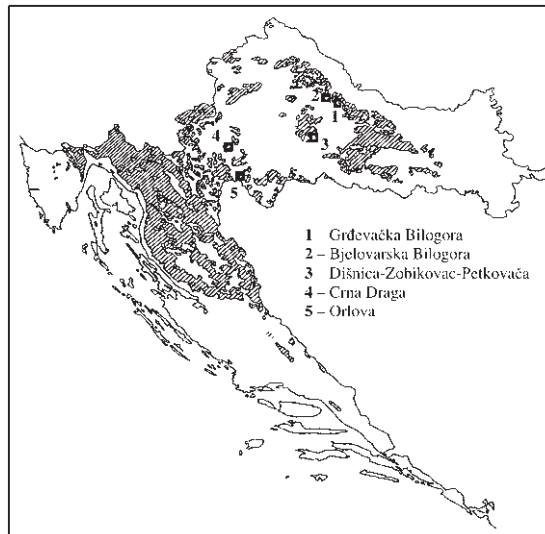
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

RESEARCH AREA

Šire područje istraživanja definirano je bukovim sastojinama na području Hrvatske, dok je definiranje užeg područja istraživanja, odnosno konkretnih lokaliteta, najviše ovisilo o godišnjim planovima sječe, te mogućnosti njihova ostvarenja.

Za uže područje odabrani su lokaliteti na područjima Uprave šuma podružnica (UŠP) "Karlovac" u šumarijama "Topusko", "Karlovac" i "Pisarovina", te UŠP "Bjelovar" u šumarijama "Bjelovar", "Garešnica" i "Veliki Grđevac". U svakoj šumariji je odabran po jedan lokalitet koji je zapravo odsjek u kojem je propisana proreda u važećoj Osnovi gospodarenja gospodarskom jedinicom.

Prostorni raspored istraživanih lokaliteta prikazan je na slici područja rasprostranjenosti bukve u Republici Hrvatskoj (Slika 1.).



Slika 1. Područje rasprostranjenosti bukve u RH (šrafirano) s prostornim rasporedom lokaliteta istraživanja.

Figure 1. Beech natural distribution area in Croatia and geographical distribution of research sites.

Tablica 1. Osnovni podaci o lokalitetima istraživanja
Table 1. Basic data about research sites

Gospodarska jedinica Management unit	Šumarija Forest office	Odjel/ odsjek Compartment	Šumska zajednica Forest community	EGT šuma Ecological-managerial forest type	Predjel Location	Površina (ha) Area (ha)	Dob u vrijeme istraživanja (god) Age (year)
Crna Draga	Pisarovina	22b	Asperulo-Fagetum prov. Pelcer 1979	II-D-10	Gradačko brdo	22,42	92
Orlova	Topusko	4a	Lamio orvale-Fagetum sylvaticae Ht. 1938.	II-D-10	Bokutino-vac	24,15	82
Dišnica-Zobikovac-Petkovača	Garešnica	21c	Carici pilosae-Fagetum sylvaticae Pelcer 1979 prov.	II-D-11	Stupovača	19,27	78
Bjelovarska Bilogora	Bjelovar	41c	Carici pilosae-Fagetum sylvaticae Pelcer 1979 prov.	II-D-11	Babin potok	41,71	86
Grdevačka Bilogora	Veliki Grdevac	39d	Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum Rauš 1971	II-G-13	Tandarić-Bukvik	27,30	84

Tablica 2. Strukturni elementi lokaliteta prije prorede.
Table 2. Structural elements of research sites before thinning

Naziv Lokaliteta Site name. Struktur. elementi Structural elements	Crna Draga	Orlova	Dišnica Zobikovac Petkovača	Bjelovarska Bilogora	Grdevačka Bilogora	
Broj stabala - N/ha N ⁰ trees - N/ha	207	208	215	236	150	
Temeljnica - m ² /ha Basal area - m ² /ha	23,96	17,25	13,50	17,13	13,60	
Sred. ploš. stablo - d (cm) Mean basal area tree	38,4	32,5	28,0	30,4	34,0	
Sr. sastojin. visina - h (m) Mean height - (m)	30,8	27,4	-	27,7	23,0	
Drvena zaliha Growing stock	m ³ /ha	381	242	186	247	165
God. tečaj. prirast Mean annual incr.	m ³ /ha	10,0	6,4	6,1	5,2	4,0

Pet lokaliteta za detaljna istraživanja mogu se po više karakteristika svrstati u dvije ili više grupa. Osnovno je kako su odabrani odsjeci u bukovim sastojinama sličnih proizvodnih mogućnosti procijenjenih na temelju:

- zemljopisnog položaja;
- uređajnog razreda 'Bukva';

- šumske zajednice (4 zajednice);
- dobi sastojine;
- planiranog sjeka;
- ekološko-gospodarskog tipa (3 EGT-a).

Osnovni podaci o lokalitetima istraživanja preuzeti su iz važećih Osnova gospodarenja (Tablica 1.), a za svaki su lokalitet (odsjek) prikazani strukturni elementi prije prorede, odnosno s početka važenja Osnove gospodarenja (Tablica 2.).

ISTRAŽIVAČKE METODE

RESEARCH METHODS

Metode primijenjene u istraživanju mogu se razvrstati na: (i) pripreme uredske radove, (ii) terensko prikupljanje podataka mjerenjem i sortimentnom procjenom, te (iii) uredske metode unosa podataka u bazu, obrade podataka, analize i interpretacije dobivenih rezultata.

PRIPREMNI RADOVI

PRELIMINARY WORK

Izbor lokaliteta na kojima su prikupljeni podaci učinjen je po nekoliko kriterija:

1. Odabrati starije bukove sastojine (posljednja trećina ophodnje) predviđene za prorede.
2. Odabrati sječine na kojima je doznačen dovoljan broj stabala - zadovoljavajuća veličina uzorka.
3. Pronaći sječine s različitih područja rasprostiranja bukovih sastojina.
4. Odabrati sječine u kojima će se primijeniti ista tehnologija i metoda rada - izrada sortimenata kod panja.

Istraživanjem je obuhvaćeno pet sastojina u rasponu dobi od 81 do 94 godine. Obavljene prorede u tim sastojinama ne mogu znatnije utjecati na promjene i razvoj strukture sastojine, ali mogu na prirast i na pripremu za uspješnu prirodnu obnovu.

U sastojinama (lokalitetima) je odabirano od 130 do 330 stabala. U postupku traženja lokaliteta za istraživanje od nekoliko njih se odustalo zbog nedovoljnog broja doznačenih stabala.

Treći kriterij nije u cijelosti ispunjen jer je izbor lokaliteta ograničen godišnjim planovima sječa i problemima plasmana bukovine na tržištu. Stoga su s pet lokaliteta istraživanja obuhvaćene četiri šumske zajednice uglavnom brdskog vegetacijskog pojasa, i tri različita EGT-a šuma.

Četvrti je kriterij ostvaren primjenom sortimentne metode pri sječi i izradi drva na svih pet lokaliteta istraživanja. To podrazumijeva izradu tehničke oblovi-
ne te višemetarskog industrijskog drva i drva za ogrjev kod panja.

Tijekom pripremnih radova prikupljeni su i planski podaci proizvodnje drvnog obujma sortimenata za odabrane lokalitete. Na istraživanom području (UŠP "Bjelovar" i "Karlovac") za planiranje se koristi program "Hs-PPI".

TERENSKI RADOVI

FIELD WORK

Terenski su radovi podijeljeni u dvije faze. U prvoj fazi, prije sječe, procjenitelj Šumarskog instituta, Jastrebarsko (u daljnjem tekstu: procjenitelj Š.I.) odabirao je uzorak doznačenih stabala na jednom dijelu površine sastojine kako bi se istraživački rad tijekom sječe pojednostavio te se skratilo njegovo trajanje. Pri izboru se uvažavala debljinska raspodjela doznačenih stabala. Sva stabla uzorka označena su na terenu brojevima kako bi se omogućilo njihovo praćenje tijekom cijelog istraživanja. Zatim su svakom izmjerena dva unakrsna prsna promjera, visina stabla i duljina debla.

U drugoj fazi nakon obaranja stabala, prvo je procjenitelj Š.I., a zatim lokalni šumarijski djelatnik (najčešće poslovoda radilišta) obavio mjerenje i procjenjivanje kvalitete posječenih stabala. Svim oborenim stablima je izmjerena duljina stabla, duljina debla, te je procijenjena sortimentna struktura u skladu s *Hrvatskim normama proizvoda iskorištavanja šuma* (DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO 1995), pri čemu su mjereni unakrsni promjeri s korom na sredini trupaca, duljine trupaca, promjer s korom i duljina gula te promjer s korom višemetarskog ogrjevnog/industrijskog drva.

U cjelokupnom istraživanju procjenitelj Š.I. bila je ista osoba, dok su se na lokalitetima izmjenjivali šumarijski djelatnici/procjenitelji (šumarski tehničari).

Podaci koje je prikupljao procjenitelj Š.I. upisivani su u terenski obrazac. Podaci koje je prikupljao šumarijski djelatnik, upisivani su u knjigu primanja, službeni dokument koji se koristi u HŠ za zaprimanje izrađenih sortimenata u šumi. Kako bi podaci iz knjige primanja bili pogodni i za upis u bazu podataka, postignut je dogovor sa šumarijskim djelatnicima. Oni su za potrebe istraživanja prilagodili način upisivanja, pridjeljujući sortimentima pripadajuće brojeve stabala.

Mjerenjem na terenu obuhvaćeni su svi nadzemni dijelovi stabla (osim panja) debljine do 7 cm s korom na tanjem kraju. Za potrebe istraživanja debljina kore nije mjerena već su za njezin izračun korišteni rezultati istraživanja o debljini bukove kore (PRKA 2003), prema kojima se za izjednačenje podataka dvostruke debljine kore sortimenata iz proreda koristi sljedeća jednadžba pravca

$$y = 0,0126x + 0,395 \quad (1)$$

gdje je: x promjer s korom na sredini komada u cm; y dvostruka debljina kore u cm.

U radu će se koristiti sljedeći termini: plan; procjena 1; procjena 2. *Plan* podrazumijeva plan proizvodnje dobiven Hs-PPI programom. *Procjena 1* se koristi za procjenu sortimenata na oborenim stablima od strane procjenitelja Š.I. i to prije postupka prikrajanja; a *procjena 2* ili *ostvarenje* je rezultat procjene kvalitete i

mjerjenja dimenzija sortimenata oborenim stablima od strane šumarijskog djelatnika.

UREDSKI RADOVI

OFFICE WORK

Uredski radovi su se sastojali od upisa svih prikupljenih podataka u bazu podataka "EGTRH" u kojoj je svaki uzorak/lokalitet određen jedinstvenom peteroznamenastom šifrom. Nadalje, programom *Microsoft Excel* obavljen je izračun obujma sortimenata i stabala te regresijska analiza visina stabala. Statistička obrada podataka, poput faktorske analize i *cluster* analize, izvedena je programom *Statistica 6.1*. Za potrebe obrade i analize podataka, definirane su varijable označene posebnim kraticama.

Pri upisu podataka u bazu primijećeno je kako dijelu stabala koje su procijenili šumarijski djelatnici (procjena 2) nedostaju brojevi te da nedostaje određeni broj doznačenih stabala uzorka. Iz tog razloga, formirani su *poduzorc*i od stabala za koja su postojali podaci obiju procjena. Na poduzorcima su obavljani testovi međusobnih razlika između plana i dviju procjena, s tim da je plan ponovno izračunat samo za stabla poduzoraka. Oblikovanjem poduzoraka otklonjen je eventualni utjecaj razlika debljinskih raspodjela uzoraka na rezultate testova.

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

HYPOTHESES

Za potvrdu osnovanosti istraživanja te provjeru čestih navoda iz šumarske operative o značajnom neslaganju plana proizvodnje i ostvarenja, postavili smo sljedeće hipoteze koje su ispitivane na prikupljenim podacima:

H1 Plan \neq Procjena 2 šumarijskog djelatnika;

H2 Plan \neq Procjena 1 procjenitelja Š.I.

Testiranje hipoteza najprije je obavljeno jednostranom analizom varijance. Značajnost razlika između podataka s istog lokaliteta testirana je za svaku sortimentnu klasu. Ispitana je homogenost varijanci obujma pojedine sortimentne klase između plana, procjene 1 i procjene 2 po lokalitetima. Test homogenosti ukazao je na statističku nejednakost varijanci obujma procjene sortimenata za pojedine sortimentne klase između svih triju načina procjene, po svim lokalitetima. Tim analizama potvrđena je hipoteza H1, odnosno potvrđena je statistička značajnost razlika između plana i procjene 2.

Zatim je istim testovima potvrđena i hipoteza H2, odnosno statistička značajnost razlika između plana i procjene 1 na svim lokalitetima.

Kako jednostranom analizom varijance nije moguće ustanoviti koje se od triju grupa podataka (uzoraka) međusobno razlikuju po prosječnom obujmu sortimentnih klasa, to je utvrđeno *Fisher* LSD testom. Njime se provjeravaju razlike između parova srednjih vrijednosti različitih uzoraka u slučaju kad jednostrana analiza varijance triju ili više uzoraka ukazuje na postojanje značajnih razlika. Rezultati LSD testa "omeđeni" su granicama pouzdanosti procjene aritmetičke sredine, uz unaprijed određenu razinu statističke značajnosti od 5%.

Navedenim rezultatima testova potvrđeni su prije spomenuti navodi iz prakse o neslaganju planirane i ostvarene proizvodnje drvnih sortimentata. Dakle, potvrđivanje tih dviju hipoteza opravdava obavljena istraživanja. No, može se pretpostaviti kako razlozi tome leže u poopćenju ulaznih podataka Hs-PPI programa za planiranje proizvodnje (tarife za krupno drvo, sortimentne tablice) temeljem kojih se izrađuju planovi. Naime, takvi se podaci odnose na cijelu sastojinu (na dominantna, kodominantna te potisnuta stabla), dok se u proredama vadi dio stabala sastojine i to po kriterijima negativne selekcije, u cilju povećanja kvalitete sastojine i time njene ekonomske vrijednosti.

Iz navedenog sljedi kako bi se za planiranje proizvodnje u proredama, za razliku od dosadašnjih podloga za planiranje, trebalo koristiti podacima (tarifama, sortimentnim tablicama) prilagođenim takvim uzgojnim zahvatima.

Nakon toga postavljena je i testirana sljedeća hipoteza:

H3 Procjena 1 \neq Procjena 2

Pretpostavka H3 provjerena je analizom varijance te je obavljen LSD test na grupama podataka (procjena 1 i procjena 2). Kod obiju procjena ističe se obujam furnirskih trupaca koji se za većinu lokaliteta ne razlikuje značajno između dvaju procjena. To se tumači posljedicom minimalnog promjera za taj sortiment koji je relativno velik (42cm). Stoga će trupac koji zadovoljava taj uvjet, osim u slučaju postojanja nedopuštenih grešaka, biti procijenjen kao furnir. Tako visoka razina definiranosti promjerom kao normativnom mjerom ne postoji kod ostalih klasa tehničke oblovine.

Testiranjem H3 ispitivan je utjecaj subjektivnosti različitih procjenitelja na procjenu sortimentne strukture doznačenih stabala. Dobiveni rezultati potvrdili su utjecaj subjektivnosti procjenitelja na procjenu sortimentne strukture na svim istraživanim lokalitetima. U istraživanju se procjena 1 uzima kao objektivna jer se procjenitelj Š.I. pri procjeni dosljedno pridržavao hrvatskih normi.

Daljnje su analize bile usmjerene na ispitivanja razlika obujma sortimentnih klasa između različitih lokaliteta za podatke procjene 1. Time je provjerena hipoteza:

H4 Obujmi sortimentata jednog lokaliteta \neq Obujmi sortimentata drugog lokaliteta

Provjera je učinjena jednostranom analizom varijance kojom su ustanovljene statistički značajne razlike između različitih lokaliteta za obujam pojedinih sortimentnih klasa. Potom je obavljen *Fisher* LSD test kojim su ustanovljeni parovi lokaliteta koji se međusobno razlikuju po zadanom kriteriju. Hipoteza H4 potvrđena je za većinu sortimentnih klasa na svim lokalitetima. Potvrđivanje ove

hipoteze usmjerilo je daljnja istraživanja na razinu lokaliteta jer postojanje značajnih razlika među lokalitetima ne dopušta spajanje uzoraka.

MODELI PROCJENE OBUJMA SORTIMENATA MODELS FOR ASSORTMENT VOLUME ASSESMENT

Radi značajnih razlika između pojedinih lokaliteta, modeli procjene obujma sortimenata oblikovani su za svaki lokalitet. Regresijska je analiza obavljena samo na uzorcima procjene 1. Pri tom su uvažavani rezultati ranijih istraživanja i od VULETIĆ (1996) o međudnosima obujma pojedinih klasa i njihovoj korelaciji s prsnim promjerom, te su temeljem tog na podatke prije regresije primijenjeni uvjeti za isključivanje tzv. "nepravih nula" (Tablica 3.). Ti uvjeti uvažavaju granični prsni promjer stabla za svaku sortimentnu klasu i međusobno isključive klase unutar određenih intervala prsnog promjera. Primjenom tih uvjeta uklanja se dio "nepravih nula" iz podataka obujma sortimentnih klasa. Pojam "neprave nule" prvi put u hrvatskoj znanstvenoj šumarskoj literaturi koristi VULETIĆ (1996) te analitički prikazuje porijeklo nula i njihov negativni utjecaj na varijabilnost podataka obujma sortimenata.

Tablica 3. Uvjeti za isključivanje "nepravih nula" iz podataka obujma sortimenata
Table 3. Conditions for the exclusion of 'unreal' zeros from assortments volume data

Sortimentne klase Assortment classes	Uvjeti za isključivanje "nepravih nula" Conditions for the exclusion of 'unreal' zeros			
	Granični prsni promjer stabla Tree DBH limit	Međusobno isključivi obujmi Mutual exclusive volumes	Dodatni uvjeti za određene sortimente Extra conditions	
Furnirski trupci Veneer	$\geq 42\text{cm}$	$F_v = 0$	$L_v > 0$	--
Trupci za ljuštenje Peeler logs	$\geq 36\text{cm}$	$L_v = 0$	$F_v > 0$	--
Trupci I. klase I.class saw logs	$\geq 31\text{cm}$	$I_v = 0$	$II_v > 0$	$31 \geq d_{1.30} < 42$
Trupci II. klase II.class saw logs	$\geq 26\text{cm}$	$II_v = 0$	$I_v > 0$	$31 \geq d_{1.30} < 42$
Trupci III. klase III.class saw logs	$\geq 26\text{cm}$	--	--	--
Tanka oblova Small roundwood	$16 \geq d_{1.30} < 26$	--	--	--

Legenda: Legend
F_v = obujam furnirskih trupaca Veneer volume (m^3)
L_v = obujam trupaca za ljuštenje Peeler logs volume (m^3)
I_v = obujam trupaca I. klase I.class saw logs volume (m^3)
II_v = obujam trupaca II. klase II.class saw logs volume (m^3)
$d_{1.30}$ = prsni promjer stabla s korom • DBH with bark (cm)

Iako se istraživanja razlikuju po vrsti drveća i dobi sastojine, kao čimbenika kojim se, uz ostale, Vuletić koristila za izradu modela razvoja sortimentne strukture sastojine, potvrdili su se osnovni odnosi među sortimentima.

Za odabir najpovoljnije funkcije izjednačenja obujma pojedine sortimentne klase po debljinskim stupnjevima prsnog promjera obavljena je regresijska analiza. U regresijskoj analizi korišteno je 7 matematičkih modela (Tablica 4.), od kojih je

Tablica 4. Korišteni matematički modeli u regresijskoj analizi obujma sortimentena
Table 4. Mathematical models used in regression analysis of assortments volume

Linearni Linear	$y = b_0 + (b_1 \cdot x)$	Logaritamski Logarithmic	$y = b_0 + [b_1 \cdot \ln(x)]$
Iverzni Inverse	$y = b_0 + (b_1 / x);$	Kvadratni Quadratic	$y = b_0 + (b_1 \cdot x) + (b_2 \cdot x^2)$
Kubni Cubic	$y = b_0 + (b_1 \cdot x) + (b_2 \cdot x^2) + (b_3 \cdot x^3)$	Model "VD1"	$y = b_0 + (b_1 \cdot x) + (b_2 \cdot x^2) + (b_3 \cdot z) + [b_4 \cdot (x \cdot z)]$
Model "VD2"	$y = b_0 + (b_1 \cdot x) + (b_2 \cdot x^2) + (b_3 \cdot z) + [b_4 \cdot (x / z)]$		

Legenda: Legend:	y = netto obujam sortimenta Assortment net volume (m ³)	x = prsni promjer stabla DBH (cm)	z = ukupni obujam stabla Total volume of tree (m ³)	b ₀ , ..., b ₄ = parametri dobiveni regresijom Regression parameters
---------------------	--	--------------------------------------	--	---

Tablica 5. Rezultati regresijske analize obujma sortimentnih klasa po "VD1" modelu.
Table 5. Regression analysis results of assortment classes' volume – 'VD1' model

Sortimentne klase Assortment classes	Statističke veličine Statistic	"Crna Draga"	"Bjelovarska Bilogora"	"Grdevačka Bilogora"	"Orlova"	"Dišnica-Zobikovac-Petkovača"
Furnir Veneer	R ² • Determination coefficient	0,608	0,630	0,241	0,322	0,108
	Značajnost F • F Significance	0,081	< 0,001	0,329	0,054	0,534
Trupci za ljuštenje Peeler logs	R ² • Determination coefficient	0,367	0,536	0,105	0,218	0,073
	Značajnost F • F Significance	0,040	< 0,001	0,541	0,188	0,487
Pilanski trupci I. klase I. class saw logs	R ² • Determination coefficient	0,207	0,085	0,042	0,398	0,074
	Značajnost F • F Significance	0,151	0,396	0,749	0,002	0,290
Pilanski trupci II. klase II. class saw logs	R ² • Determination coefficient	0,374	0,166	0,151	0,677	0,506
	Značajnost F • F Significance	0,001	0,038	0,163	< 0,001	< 0,001
Pilanski trupci III. klase III. class saw logs	R ² • Determination coefficient	0,789	0,542	0,173	0,258	0,804
	Značajnost F • F Significance	< 0,001	< 0,001	0,101	0,018	< 0,001
Tanka oblovina Small roundwood	R ² • Determination coefficient	0,487	0,337	0,408	0,600	0,462
	Značajnost F • F Significance	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

najbolje rezultate pokazao model kodnog imena "VD1", odnosno on najpouzdanije opisuje razvoj obujma različitih sortimentnih klasa po debljinskim stupnjevima. Model "VD1" preuzet je iz doktorske disertacije VONDRA (1991), te modificiran na način da je varijabla 'obujam bruto drva – BD' (krupno drvo iznad 7cm promje-

Tablica 6. Parametri modela "VD1" po lokalitetima istraživanja.
Table 6. Parameters of "VD1" model sorted by research sites.

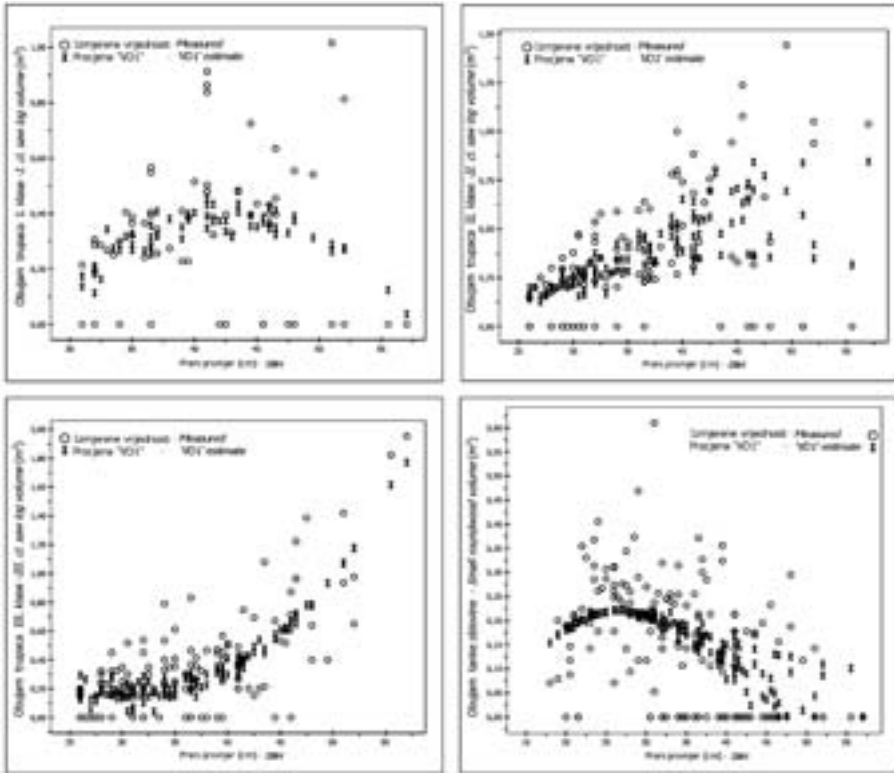
Sortimentne klase Assortment classes	Parametri mode- la "VD1" Model param- eters.	"Crna Draga"	"Bjelovarska Bilogora"	"Grdevačka Bilogora"	"Orlova"	"Dišnica- Zobikovac- Petkovača"
Furnir Veneer	b0	16,550335	-2,569739	-10,737993	23,652766	-4,131621
	b1	-0,896495	0,104471	0,242858	-1,213916	0,120787
	b2	0,011070	-0,000870	0	0,013682	0
	b3	4,204124	-0,425570	3,130802	5,441090	0
	b4	-0,080318	0,009112	-0,067542	-0,088190	-0,010086
Trupci za ljuštenje Peeler logs	b0	-7,461151	4,032355	-0,980200	1,659390	-0,623496
	b1	0,530169	-0,155734	0,020415	-0,094766	0,022044
	b2	-0,008743	0	0	0,000720	0
	b3	-3,063707	0,648216	0,688780	1,085701	0
	b4	0,080888	0,012398	-0,011364	-0,011578	-0,002492
Pilanski trupci I. klase I. class saw logs	b0	-0,687174	0,846654	0,091169	7,829111	-0,035637
	b1	0,010876	-0,056199	-0,015938	-0,447923	0,012518
	b2	0,000014	0,001145	0	0,005170	0
	b3	1,009914	0,459240	1,215852	2,839688	0
	b4	-0,017445	-0,011770	-0,017304	-0,042093	-0,002234
Pilanski trupci II. klase II. class saw logs	b0	1,702039	-3,900485	-4,914396	-1,963660	-6,812333
	b1	-0,162311	0,273165	0,383002	0,147707	0,436251
	b2	0,004238	-0,003236	-0,006612	-0,002074	0
	b3	0,727924	-1,941761	-2,003996	-0,951342	-8,619309
	b4	-0,037974	0,030900	0,056508	0,019734	0,082533
Pilanski trupci III. klase III. class saw logs	b0	-0,014019	-3,236269	-1,050126	-2,188755	3,914088
	b1	0,033795	0,216708	0,061701	0,116850	-0,256043
	b2	-0,000218	-0,003286	-0,000621	-0,001277	0
	b3	-1,502123	-0,944586	-0,279418	-0,313197	5,230762
	b4	0,029013	0,025246	0,003741	0,005973	-0,043155
Tanka oblovina Small roundwood	b0	-0,748958	0,487083	0,620614	0,705389	-1,094956
	b1	0,085285	-0,024135	-0,029153	-0,035418	0,083740
	b2	-0,001837	0,000230	0,000204	0,000387	0
	b3	-0,412225	0,120418	0,160086	0,153724	-1,736966
	b4	0,015552	-0,001550	-0,001156	-0,002449	0,016297

ra na tanjem kraju grane) zamijenjena ukupnim obujmom stabla. Ukupni se obujam stabla računao po formuli *Schumacher-Hall*-a koristeći parametre za običnu bukvu, preuzete iz drvo-gromadnih tablica (ŠPIRANEC 1975).

U Tablici 5. prikazani su koeficijenti determinacije i statistička značajnost modela po sortimentnim klasama unutar lokaliteta, dobiveni regresijskom analizom za matematički model "VD1". Vrijednosti koeficijenata determinacije kreću se od 0,042 do 0,804, a općenito su veći kod furnira i pilanskih trupaca II. i III. klase.

Obradom podataka obujma, odnosno regresijskom analizom po najpovoljnijem modelu "VD1", dobiveni su parametri za procjenu jediničnog obujma sortimentnih klasa razrađeni po lokalitetima. Oni čine glavni dio modela procjene. U Tablici 6. prikazani su parametri modela "VD1" po lokalitetima istraživanja.

Za ilustraciju priložen je grafički prikaz rezultata regresijske analize obujma sortimentnih klasa po modelu "VD1" za lokalitet istraživanja "Crna Draga" (Slika 2.).



Slika 2. Procjena obujma pilanskih trupaca te tanke oblovine po "VD1" modelu za uzorak stabala na lokalitetu "Crna Draga".

Figure 2. Assessment of sawn log and small round wood volumes by model 'VD1' – sample from Crna Draga site

Ispitivanje modela "VD1"

Model 'VD1' testing

Koristeći model "VD1" za raspon debljinskih stupnjeva svakog istraživanog lokaliteta, izračunati su jedinični obujmi sortimentnih klasa (za sredine debljinskih stupnjeva). Relativni udjeli obujma pojedinih sortimenata računati su na dva načina. Prvo u odnosu na ukupni obujam stabla, a zatim u odnosu na obujam po tarifi za krupno drvo (preuzeta iz Osnove gospodarenja pojedinog lokaliteta).

Kako se u šumarskoj operativi za postojeće modele procjene sortimentne strukture koriste volumne tablice za krupno drvo (najčešće tarife), pristupilo se ispitivanju razlika između procijenjenog obujma sortimenata dobivenog ukupnim obujmom stabla i onog dobivenog obujmom brutto drva.

Razlike među relativnim udjelima obujma sortimentnih klasa dobivenim na ta dva načina u većini slučajeva su male, no njihova statistička značajnost nije testirana. Te razlike proizlaze uglavnom iz razloga što su izračunati ukupni obujmi stabala znatno lokalno određeni (visinska krivulja doznačenih stabala, utjecaj stanišnih uvjeta), dok je korištena tarifa za krupno drvo određena za grupu odsjeka gospodarske jedinice (grupiranje po uređajnim razredima, bonitetu i starosti) – predstavlja sva stabla te grupe sastojina. Prema tim nalazima model se preporuča za primjenu u praksi.

Verifikacija modela "VD1"

Model 'VD1' verification

Model "VD1" se u dosad iznesenim rezultatima istraživanja pokazao vrlo pouzdanim matematičkim modelom u procjeni razvoja obujma sortimentnih klasa po debljinskim stupnjevima za istraživane lokalitete. Provjera primjenjivosti modela u realnim okvirima obavljena je usporedbom njegovih rezultata s planom i procjenom 1. Te dvije usporedbe procijenjenih obujama sortimentnih klasa obavljene su na stablima poduzorka svakog lokaliteta istraživanja. To je učinjeno na način da su parovi srednjih vrijednosti obujma istovjetnih sortimenata ispitivani t-testom za uparene uzorke. Rezultati testa prikazani su u Tablici 7. Vrijednosti u tablici označene zvjezdicom ukazuju na statistički značajnu razliku procijenjenog obujma između dva načina procjenjivanja.

Usporedba modela i plana očekivano je ukazala na postojanje značajnih razlika u prosječnom obujmu sortimentnih klasa u oko 85% slučajeva. Tako je i usporedba procjene 1 i modela očekivano ukazala kako nema značajnih razlika, što znači kako model daje vrlo dobru predikciju obujma sortimenata stabla u danim okvirima istraživanja (dobni razred, šumska zajednica, stanišni uvjeti, uzgojni zahvat).

Time su modeli verificirani za sve lokalitete, uz napomenu kako bi se kod procjene obujma tanke oblovine trebali uzeti sa rezervom zbog male količine tog sortimenta procijenjenog na terenu tijekom istraživanja.

Kako bi se u konačnici skupno prikazali parametrizirani modeli svih proučavanih sortimenata, grafički su prikazani rezultati procjene jediničnih obujma sortimentnih klasa po modelu "VD1" na debljinskim raspodjelama doznačenih stabala (Slika 3.). Prikazani su podaci za dva lokaliteta: "Orlova" i "Bjelovarska Bilogora". Kako bi prikaz bio potpun, odnosno kako bi se pokazala kompletna sortimentna struktura stabala (kumulativni prikaz) trebalo je napraviti procjenu i za sortimente koji nisu obrađivani u istraživanju, a to su industrijsko drvo sa svojim potkategorijama te drvni ostatak koji nije sortiment.

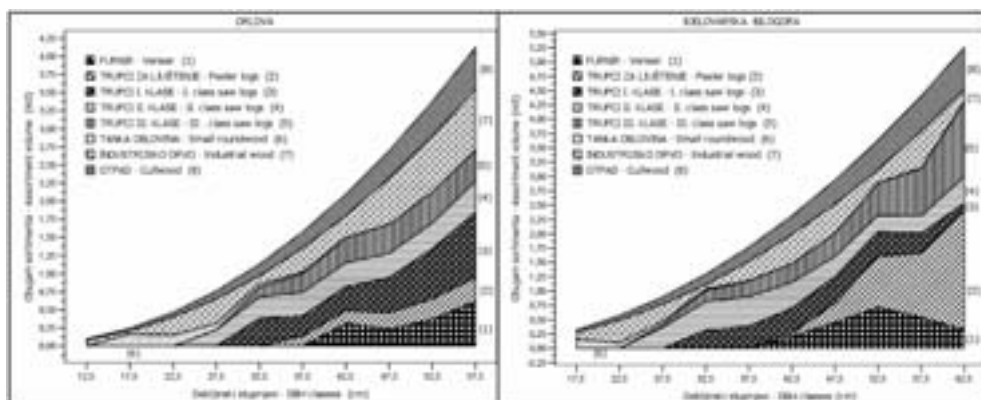
Tablica 7. Rezultati usporedbe obujama sortimentnih klasa procijenjenih po modelu "VD1", s obujmima dobivenim planom i procjenom 1
Table 7. Comparison of results of assortments volume data between values carried out by "VD1" model and planned values and assessment 1.

Tip procjene Assessment type	Sortimentne klase Assortment classes	"Orlova"	"Bjelovarska Bilogora"	"Crna Draga"	"Grđevačka" Bilogora"	Dišnica Zobikovac Petkovača"
		Značajnost razlika u obujmu • Significance of volume differences				
Model VD1 - Procjena 1 Model VD1 vs. Estimate ?1	Furnir Veneer	0,957	0,234	0,155	0,159	0,689
	Trupci za ljuštenje Peeler logs	0,184	0,517	0,657	0,574	0,858
	Trupci I. klase I. class saw logs	0,446	0,622	0,205	0,998	0,737
	Trupci II. klase II. class saw logs	0,649	0,640	0,168	0,508	< 0,001*
	Trupci III. klase III. class saw logs	0,642	0,514	0,952	0,705	0,277
	Tanka oblovina Small roundwood	0,124	0,850	0,659	0,215	< 0,001*
Model VD1 vs. Hs-Ppi program- me Model VD1 - Plan Hs-PPI	Furnir Veneer	< 0,001*	< 0,001*	0,814	< 0,001*	< 0,001*
	Trupci za ljuštenje Peeler logs	< 0,001*	0,115	0,979	< 0,001*	< 0,001*
	Trupci I. klase I. class saw logs	< 0,001*	< 0,001*	0,025*	< 0,001*	< 0,001*
	Trupci II. klase II. class saw logs	0,012*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*
	Trupci III. klase III. class saw logs	0,066	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	0,162
	Tanka oblovina Small roundwood	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*

* razlike su statistički značajne za $t < 0,05$ / differences are statistically significant at $t < 0,05$

Za relativni udio drvnog ostatka u ukupnom obujmu stabla uzeto je 14% i to za sve debljinske stupnjeve prsnog promjera jer istraživanju nije bio zadatak računati i analizirati obujam drvnog ostatka u uzorku. Takav udio drvnog ostatka (otpada) prihvaćen je temeljem rezultata višegodišnjeg praćenja iskorištenja obujma brutto drva za buku na području bivšeg ŠG "Josip Kozarac" iz Nove Gradiške (1982. - 1987. godine), gdje je drveni ostatak u ukupnom obujmu sječnog etata sudjelovao s oko 14 % (VONDRA 1995). Relativni udio drvnog ostatka obuhvaća gule te druge nemjerene dijelove stabla (panj, propiljak, kora, dio neiskorištene granjevine).

Obujam industrijskog drva (odnosno metrice i višetrice) izračunat je kao razlika ukupnog obujma stabla, procijenjenog obujma tehničke oblovinne i drvnog ostatka. Kako su šumarijski djelatnici evidentirali s velikom nedosljednošću 'višetricu', odustalo se od analitičke obrade obujma tog sortimenta.



Slika 3. Grafički prikaz procjene jediničnih obujama sortimentnih klasa po modelu "VD1" za lokalitete "Orlova" i "Bjelovarska Bilogora".

Figure 3. Demonstration of assortment classes' unit volumes estimated by model 'VD1' – Orlova and Bjelovarska Bilogora sites.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Testiranjem nul hipoteze istraživanja uspoređivan je plan za pojedini lokalitet s procjenom 1 i procjenom 2. Temeljem dobivenih statističkih značajnosti razlika za većinu sortimentnih klasa između plana i procjene 1, potvrđeno je kako planirani podaci odstupaju od ostvarenja. Time je potreba za istraživanjem takvog tipa opravdana. Ta teza je opravdana i potvrdom razlika između plana i procjene 2.

Ispitivanje razlika u obujmu sortimentnih klasa između procjene 1 i procjene 2 ukazalo je na značajni utjecaj subjektivnosti različitih procjenitelja na sortimentnu strukturu stabala.

Potvrđena je statistička značajnost razlike obujma istovrsnih sortimentnih klasa procjene 1 između lokaliteta. Time je ukazano kako na sortimentnu strukturu drva pridobivenog iz proreda, osim subjektivnosti procjenitelja, utječu i drugi čimbenici, te kako postoje značajne razlike i između lokaliteta unutar istog EGT-a šuma, koje se tumače razlikom u dobi većom od 10 godina. Stoga razvoj sortimentnata treba promatrati unutar kraćih vremenskih intervala, no što su to dobni razredi širine 20 godina.

Potvrđena je pravilnost međusobnih odnosa sortimentnata, slično kao kod hrasta (VULETIĆ 1996), te su dani uvjeti za isključivanje "nepravih nula" iz uzorka u svrhu oblikovanja modela.

Navedeni uvjeti primijenjeni su na podatke obujma procjene 1 kako bi se smanjila varijabilnost obujma sortimentnata. Dobiveni uzorak podataka obujma podvrgnut je regresijskoj analizi. Od ispitivanih matematičkih funkcija najbolje je rezultate pokazao model "VD1". Stoga je izabran za procjenu razvoja jediničnog obujma sortimenta po debljinskim stupnjevima, za sve klase i lokalitete.

Obavljena verifikacija modela "VD1" ukazala je na očekivane razlike između plana i modela. Verifikacijom je potvrđena dobrota dobivenih pet lokalnih modela, ali je cijeli postupak ukazao na mogućnost objektivne i precizne procjene tek uz uvažavanje lokalnih čimbenika.

Osim što radi sa stvarnim visinama stabala lokaliteta (lokalnom tarifom) i ukupnim obujmom stabla, "VD1" daje podjednake rezultate i kad koristi obujam tarife za krupno drvo istog lokaliteta. Temeljem navedenog model "VD1" predlaže se za primjenu šumarskoj operativi.

Iz svega navedenog nameće se konačni zaključak kako se dovoljno precizni modeli procjene razvoja sortimenata pouzdano mogu definirati za razinu lokaliteta (sastojine/grupe stabala), što bi pri današnjem stupnju informatizacije moglo biti izvedivo u operativi.

LITERATURA

REFERENCES

- CESTAR, D., M. GLAVAŠ, M. HALAMBEK, 1986: Bukva i bukove šume hrvatske. Rad. Šumar. inst. 21(69): 1-45, Zagreb.
- DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO, 1995: Hrvatske norme proizvođa iskorištavanja šuma , II izdanje. Zagreb.
- DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO, 1999: Hrvatska norma Oblo drvo listača – razvrstavanje po kakvoći – 1. dio: hrast i bukva (EN 1316-1:1997); I. izdanje. Zagreb.
- HRVATSKE ŠUME p.o. Zagreb, 1996: Šumskogospodarska osnova područja. Vrijedi od 01.01.1996 do 31.12.2005. godine.
- KRPAN, A., M. PRKA, 2001: . Drvna industrija 52, 173-180, Zagreb.
- MARTINIĆ, I., 1995: Ekonomski i organizacijski kriteriji za oblikovanje šumskih radova. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-156 + IX, Zagreb.
- MEŠTROVIĆ, Š., G. FABIJANIĆ, 1995: Priručnik za uređivanje šuma. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske: Hrvatske šume, 416 str, Zagreb.
- PALADINIĆ, E., 2005: Redizajniranje modela procjene drvnih sortimenata bukve iz prethodnog prihoda. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, str. 1-140 + IV, Zagreb.
- PLAVŠIĆ, M., U. GOLUBOVIĆ, 1967: Istraživanje postotnog odnosa sortimenata eksploatacije šuma u čistim i mješovitim bukovim sastojinama gorskog kotara. Šumarski list br.11-12: 456-480, Zagreb.
- PRKA, M., 2001: Udio i kakvoća šumskih sortimenata u oplodnim sječama bukovih sastojina Bjelovarske Bilogore. Magistarski rad, str. 1-104 + VII, Zagreb.
- PRKA, M., 2003: Vrijednosne značajke bukovih stabala prema vrsti sjeka u sječinama Bjelovarske Bilogore. 1-2: 35-44, Zagreb.
- PRKA, M., 2004: Debljina kore obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u sječinama Bjelovarske Bilogore. Šum. list br. 7-8: 391-403, Zagreb.
- SŠGO "Slavonska šuma", 1981: sortimentne tablice za utvrđivanje strukture sortimenata za šume SŠGO "Slavonska šuma". Vinkovci.
- ŠPIRANEC, M., 1975: Drvnogromadne tablice. Rad. Šumar. inst. 22: 1-262, Jastrebarsko, Zagreb.
- ŠPIRANEC, M., 1975: Prirasno prihodne tablice. Rad. Šumar. inst. 25, Jastrebarsko, Zagreb.

- ŠTEFANČIĆ, A., 1998: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7cm promjera za običnu bukvu u jednodobnim sastojinama. Šum. list br.7-8: 329-337, Zagreb.
- UPRAVA ŠUMA BJELOVAR, Odjel za uređivanje šuma, 1994: Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom "Dišnica-Zobikovac-Petkovača". Vrijedi od 01.01.1994. do 31.12.2003.
- UPRAVA ŠUMA BJELOVAR, Odjel za uređivanje šuma, 1999: Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom "Grđevačka Bilogora". Vrijedi od 01.01.1999. do 31.12.2008.,.
- UPRAVA ŠUMA BJELOVAR, Odjel za uređivanje šuma, 2003: Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom "Bjelovarska Bilogora". Vrijedi od 01.01.2003. do 31.12.2012.
- UPRAVA ŠUMA KARLOVAC, Odjel za uređivanje šuma, 2001: Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom "Crna Draga". Vrijedi od 01.01.2001. do 31.12.2010.
- UPRAVA ŠUMA KARLOVAC, Odjel za uređivanje šuma, 2001: Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom "Orlova". Vrijedi od 01.01.2001 do 31.12.2010.
- VONDRA, V., 1991: Istraživanje i primjena matematičkih modela za planiranje i kontrolu radova u šumarstvu. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-334 + XV, Zagreb.
- VONDRA, V., 1995: Usporedne analize postojećih modela za procjenu očekivanih obujmova sortimenata sječivog etata u jednodobnim šumama u Hrvatskoj – dijagnostička studija. ZIŠ, Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, str. 1-47, Zagreb.
- VULETIĆ, D., 1996: Ekonomski gubici na vrijednosti drva hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) kao posljedica ozljeđivanja stabla. Magistarski rad, str. 1-89 + VI, Zagreb.
- VULETIĆ, D., 1999: Prilog poznavanju sortimentne strukture hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u EGT-u II-G-11. Rad. Šumar.inst. 34(2): 5-20, Jastrebarsko, Zagreb.
- VULETIĆ, D., 2000: *Regression Models For Assessment of Assortments Volume Development Of The Pedunculate Oak (Quercus robur L.)*, OAK 2000- Poster Abstracts: 51-52, Zagreb, Hrvatska.

MODELLING OF STANDING BEECH TREES ASSORTMENT STRUCTURE

Summary

The paper presents a way to determine a proposal for improving existing models for evaluation of timber assortments, which are used by forestry operative units. The incentive for the investigation of this theme were the frequent reports from forestry operative units on inconsistency of the planned values of assortments with the values of assortments realised in the process of production (according to the amount and quality of the assortment structure). The paper examines the mutual relations of the planned amounts of timber assortments (according to Hs-PPI programme) and the estimated volume of assortments on the part of the estimator from Forest Research Institute, and the forestry employees, on samples from five investigated localities. The localities investigated covered four forestry communities, three different ecological-managerial forest types (EMFT) and 5 age class. In thinnings on all five localities an assortment method during logging was utilised.

*On the basis of the obtained results which indicate significant correlations between the volume of certain assortment classes, conditions were formed for exclusion of "unreal zeros" from the sample data prior to regression analyses of the volume of assortment classes. By analysis of variance of three variables "locality", "method of evaluation" and "interaction locality * method of evaluation" it was established that "locality" is the most influential variable on the variability of the volume of assortment classes.*

Of the tested mathematical models, model called "VD1" (VONDRA 1991) most reliably described the development of the volume of different assortment classes. On the basis of the results of the research, improvements in the existing models of evaluation of timber assortments were proposed, with regard to new model coefficients. Additional more investigations are necessary for more precise and reliable results of evaluation of the volume of assortments at the level of locality (stand/group of trees).

Key words: *beech, evaluation model, assortment structure, intermediate income*