

DRVNA I LISNA MASA U MAKIJAMA PLANIKE (*Arbutus unedo* L.) NA PODRUČJU VRGORCA

WOOD AND FOLIAGE MASS IN STRAWBERRY TREE (*Arbutus unedo* L.) MAQUIS ON THE AREA OF VRGORAC

Vlado TOPIĆ, Lukrecija BUTORAC, Goran JELIĆ¹

SAŽETAK: U radu su prikazani rezultati izmjera zelene drvne i lisne mase iznad površine tla u makijama planike (*Arbutus unedo* L.). Istraživanja su obavljena i uzorci prikupljeni na trajnoj pokusnoj plohi na području Vrgorca. Ploha je veličine 1 ha, a podploha broj 15, koja je izlučena i na kojoj su obavljene izmjere na vegetaciji i utvrđeni njeni osnovni strukturni podaci, veličine je 100 m² (10 x 10 m). Pokrovnost na podplohi iznosi 69,61 %, a srednja visina izbojaka planike je 1,61 m (maksimalna 2,30 m). Drvna i lisna masa na pokusnoj plohi odvojeno je mjerena za svaki grm kao težina i volumen, a nezavisni procjenitelji bili su visina grma, promjer krošnje i broj izbojaka na panju. Težina drva i lista mjereni su u kg, volumen u m³, visina grma i promjer krošnje grma u metrima. Volumen drva u istraživanim makijama, na površini od 100 m² iznosi 0,095 m³, a volumen lista 0,074 m³. Važan dio ovih istraživanja obuhvaća i prikaz modela za brzu i pouzdanu procjenu drvne i lisne mase u ovim šumskim ekosustavima. Opće linearno modeliranje korišteno je za razvoj modela. Dobiveni modeli prikladni su za brzu i pouzdanu procjenu drvne i lisne mase u makijama planike. Rezultati istraživanja pokazuju da promjer krošnje objašnjava 70,7 % ($\beta = 0,846$; $p < 0,0001$) varijabilnosti težine i volumena drva i 79,0 % ($\beta = 0,893$; $p < 0,0001$) varijabilnosti težine i volumena lista.

Ključne riječi: drvna i lisna masa, makija planike, težina i volumen drva, težina i volumen lišća, promjer krošnje, visina grma, broj izbojaka na panju

UVOD – Introduction

Utvrđivanje biomase u šumskim ekosustavima i razvoj modela za njezinu brzu procjenu, važan su dio istraživanja u šumarstvu, posebice na kršu (Matić i Rauš 1986, Krpan 1996, Anić i dr. 2007). Kako u šumarstvu na sredozemnom krškom području Hrvatske ima vrlo malo egzaktnih znanstvenih spoznaja potrebnih za specifičan način gospodarenja ovim šumama koje bi mogle služiti za potrebe proizvodnje biomase, to je u tom cilju Institut za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu, odnosno njegov Odjel za šumarstvo, i započeo ova istraživanja. Istraživanja se provode na trajnim pokusnim plohama u eumediteranskom i submediteranskom području Hrvatske, području šuma hrasta crnike i hrasta medunca. Dosadašnjim istraživanjima utvrdile su se vrijednosti drvne i lisne mase u panjačama hrasta me-

dunca i crnike, šikarama bijelog i crnog graba, te panjačama planike (Topić i Šupe 1996, Topić i dr. 2000, 2006, 2008, 2009). Stoga je istraživanja koja su provedena u prethodnom razdoblju potrebno, s obzirom na postignute rezultate u cijelosti nastaviti i proširiti na ostale šume s različitim stupnjem degradacije, kako bi što potpunije i cjelovitije istražili ovu problematiku. Istraživanja će se usmjeriti prema temeljnim spoznajama o strukturi biomase nadzemnih dijelova stabalaca i izbojaka naših najzastupljenijih vrsta u degradiranim šumama na kršu. Osim dobivanja podataka o drvnoj i lisnoj masi, važan dio ovog istraživanja obuhvatit će i razvoj regresijskih modela za brzu i pouzdanu procjenu biomase iznad površine tla, na temelju nezavisnih procjenitelja, koji se sa zadovoljavajućom točnošću mogu mjeriti na terenu.

Osnovni cilj ovog rada je utvrditi drvnu i lisnu masu u makijama planike i pronaći najbolji regresijski model za njezinu procjenu.

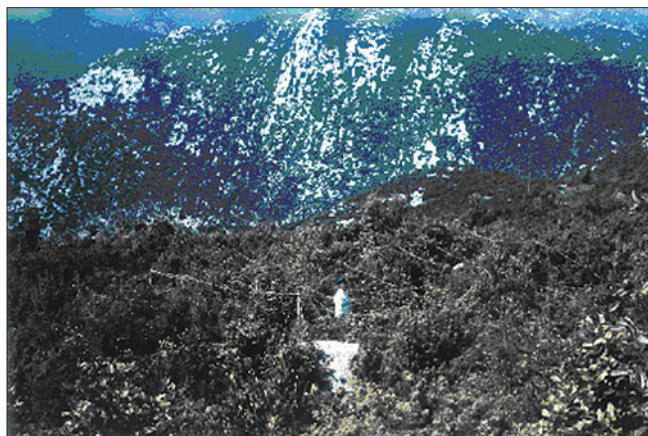
¹ Dr. sc. Vlado Topić, mr. sc. Lukrecija Butorac, Goran Jelić, dipl. ing. šum., Institut za jadranske kulture i melioraciju krša – 21000 Split, vlado.topic@krs.hr

MATERIJAL I METODE – *Material and methods*

Istraživanja u makijama planike obavljena su na trajnoj pokusnoj plohi kod Vrgorca. Ploha je veličine 1 ha, a podploha broj 15, koja je izlučena i na njoj obavljane izmjere na vegetaciji i utvrđeni njeni osnovni strukturni podaci, veličine je 100 m² (10 x 10 m).

Ploha broj 15 u makijama planike nalazi se zapadno od Vrgorca u katastarskoj općini Ravča, lokalitetu Rebine glavice, iznad sela Kokorići zaseok Vukšići, na nadmorskoj visini od 320 m. Izgrađena je od krednih vapnenaca, s plitkim i jako skeletnim smeđim tlom (kalcikambisol). Pokrovnost na plohi iznosi 69,61 %, a srednja visina planike je 1,60 m (maksimalna 2,30 m). Ovo područje, prema sastavu šumskog pokrova, ima karakteristike nešto oslabljenog eumediterana, što je zasigurno rezultat klimatskih i reljefnih prilika. Mediteranski utjecaji prodiru iz doline Neretve preko polja Jezero i Rastok i najizrazitiji su u Dusini, Vrgorcu i Ravči, gdje su eumediteranski florni elementi izmješani sa submediteranskim listopadnim vrstama. Osim mogranja, koji se javlja u čitavom području od Metkovića prema Prologu i dalje na zapad, nazočna je zelenika, lemprika i crnika, a kao još termofilniji element i planika (*Arbutus unedo* L.) koja stvara na području Ravče guste i neprohodne makije (Topić i Vrdoljak 1984).

Pokusna ploha je izmjerena i obilježena na terenu (slike 1 i 2). Mrežom kvadrata sačinjena je skica u kojoj je na milimetarskom papiru ucrtan i numeriran svaki primjerak grma s projekcijom krošanja. Time je omogućeno planimetrijsko određivanje površine zastrtosti tla krošnjama svakog grma. Terenski tlocrt projekcije krošanja na milimetarskom papiru skeniranjem je i digitaliziran Auto Cad programom. Izmjerene su visine grmova, promjer krošanja i utvrđen broj izbojaka na svakom panju, a nakon sječe odvojen je list od drva (slika 3) i izmjerena njihova težina kod svakog grma. Potom je terenskim ksilometrom u makijama utvrđena specifična težina drva i lista na nekoliko uzoraka pla-



Slika 1. Pokusna ploha 15, označena mrežom kvadrata, prije sječe vegetacije, Šumarija Vrgorac

Figure 1 Experimental plot 15, divided by square net, before cutting down of vegetation, Forest office Vrgorac



Slika 2. Pokusna ploha 15 nakon sječe vegetacije, Šumarija Vrgorac

Figure 2 Experimental plot 15 after cutting down of vegetation, Forestry office Vrgorac

nike, kako bi se dobili podaci o odnosu između težine i volumena. Svi podaci upisani su u terenske obrazce, a u uredu uneseni u računalo, odnosno u bazu podataka. Težina drva i lista mjereni su u kg, volumen u m³, visina grma i promjer krošnje u metrima. Promjer krošnje računat je kao aritmetička sredina najvećeg i najmanjeg promjera kroz središte grma.

Bazična statistika uzoraka nezavisnih i zavisnih varijabli i korelacijski koeficijent prikazani su u tablicama 2 i 3. Utvrđena je ovisnost varijabli zelene biomase (drva i lista) planike o visini grma, promjeru krošnje i broju izbojaka na panju, kao nezavisnih varijabli, koristeći opći linearni model

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1$$

gdje je y zavisna varijabla (težina drva, težina lista, volumen drva, volumen lista), x_1 su nezavisne varijable (visina grma, promjer krošnje grma i broj izbojaka na panju) i b_0 i b_1 su parametri jednadžbe pravca. Sve statističke analize napravljene su koristeći statistički paket STATISTICA 7.1 (StatSoft, Inc. 2006).



Slika 3. Odvajanje lista s izbojaka planike, na plohi 15, Šumarija Vrgorac

Figure 3 Dividing leaves from Strawberry tree sprouts on plot 15, Forestry office Vrgorac

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM – *Research results with discussion*

Osnovni strukturni podaci o istraživanim makijama planike prikazani su u tablici 1. Uz planiku na pokusnoj plohi pridolaze i ostale vrste drveća i to: hrast crnika, lemprika, zelenika, smrdljika. Prema podacima utvrđenim na pokusnoj plohi 15 na lokalitetu “Rebine glavice”

kod Vrgorca, površine 100 m², u makijama planike pokrovnosti 69,61 % (planika 61,97 %) i srednje visine 1,84 m (planika 1,60 m, maksimalne 2,30 m), volumen drva iznosi 0,0947 m³, a volumen lista 0,0737 m³.

Tablica 1. Podaci o drvnj i lisnoj masi u makiji na pokusnoj plohi broj 15

Table 1 Wood and foliage mass in maquis on experimental plot 15

Broj plohe Plot number	Vrsta drveća Tree species	Površina plohe, 100 m ² / Plot area 100 m ²							
		Broj panjeva Number of stumps	Broj izbojaka na panju Number of sprouts in stump	Srednja visina izbojka Medium height of sprouts	Pokrovnost plohe Plot coverage	Težina drva Wood weight	Težina lista Foliage weight	Volumen drva Wood volume	Volumen lista Foliage volume
				m					
15	Planika <i>Arbutus unedo</i> L.	36	520	1,60	61,97	89,959	49,949	0,0810	0,0666
	Hrast crnika <i>Quercus ilex</i> L.	1	16	1,70	2,00	3,225	2,011	0,0029	0,0023
	Lemprika <i>Viburnum tinus</i> L.	1	12	2,30	2,40	6,775	2,711	0,0061	0,0036
	Zelenika <i>Phillyrea latifolia</i> L.	1	9	1,70	1,98	4,140	0,645	0,0037	0,0007
	Smrdljika <i>Pistacia terebinthus</i> L.	1	2	1,90	1,26	1,080	0,415	0,0010	0,0005
	Σ	40	559	1,84	69,61	105,175	55,731	0,0947	0,0737

Univarijatnom i multivarijatnom regresijskom analizom utvrđena je ovisnost težine, odnosno volumena drva i lista o broju izbojaka na panju, visini grma i promjeru njegove krošnje, kao nezavisnih varijabli. U ta-

bljci 2 prikazane su opisane statističke vrijednosti izmjenjenih grmova planike, a u tablici 3 korelacijski koeficijenti između promatranih varijabli.

Tablica 2. Statistika izmjenjenih varijabli na pokusnoj plohi 15

Table 2 Statistics of measured variables on experimental plot 15

Variable	Descriptive Statistics (Ploha 15, makija planike.sta)							
	Valid N	Mean	Sum	Minimum	Maximum	Variance	Std. Dev.	Standard Error
Broj izbojka na panju Number of sprouts in stump	36	14.44444	520.0000	1.000000	41.00000	115.7397	10.75824	1.793040
Visina grma - Height of bush (m)	36	1.61389	58.1000	0.900000	2.30000	0.1149	0.33903	0.056506
Promjer krošnje - Crown diameter (m)	36	1.24167	44.7000	0.500000	2.10000	0.2168	0.46560	0.077600
Težina lista - Foliage weight (kg)	36	1.38747	49.9490	0.150000	5.09500	1.2331	1.11045	0.185075
Težina drva - Wood weight (kg)	36	2.50164	90.0590	0.210000	7.90100	3.9182	1.9743	0.329906
Volumen lista - Foliage volume (m ³)	36	0.00184	0.0661	0.000200	0.00680	0.0000	0.00149	0.000249
Volumen drva - Wood volume (m ³)	36	0.00246	0.0886	0.000200	0.00790	0.0000	0.00198	0.000329

Tablica 3. Korelacijski koeficijenti između izmjerenih varijabli
 Table 3 Correlation coefficients between measured variables

Variable	Correlations (Ploha 15, makija planike.sta) Marked correlations are significant at $p < .05000$ N=36 (Casewise deletion of missing data)						
	Broj izbojka na panju Number of sprouts in stump	Visina grma Height of bush (m)	Promjer krošnje Crown diameter (m)	Težina lista Foliage weight (kg)	Težina drva Wood weight (kg)	Volumen lista Foliage volume (m ³)	Volumen drva Wood volume (m ³)
Broj izbojka napanju - Number of sprouts in stump	1.00	0.44	0.70	0.78	0.61	0.78	0.61
Visina grma - Height of bush (m)	0.44	1.00	0.63	0.61	0.62	0.61	0.62
Promjer krošnje - Crown diameter (m)	0.70	0.63	1.00	0.89	0.85	0.89	0.85
Težina lista - Foliage weight (kg)	0.78	0.61	0.89	1.00	0.89	1.00	0.89
Težina drva - Wood weight (kg)0.61	0.61	0.62	0.85	0.89	1.00	0.89	1.00
Volumen lista - Foliage volume (m ³)	0.78	0.61	0.89	1.00	0.89	1.00	0.89
Volumen drva - Wood volume (m ³)	0.61	0.62	0.85	0.89	1.00	0.89	1.00

Iz tablice 3 vidljivo je da je težina i volumen drva u jakoj korelaciji s brojem izbojaka na panju ($r = 0,611$) i visinom grma ($r = 0,619$) te vrlo jakoj korelaciji s promjerom krošnje ($r = 0,846$). Težina i volumen lista su u jakoj korelaciji s visinom grma ($r = 0,61$), a vrlo jakoj s brojem izbojaka na panju ($r = 0,775$) i promjerom krošnje ($r = 0,892$). Na osnovi broja izbojaka na panju, visini grma i promjera krošnje, kao nezavisnih varijabli, procijenjeni su težina i volumen drva i lista planike univarijantnom i multivarijantnom regresijskom analizom.

U tablici 4 i slici 4 prikazani su regresijski modeli za procjenu težine i volumena drva i lista planike na pokusnoj plohi 15. Univarijantnom regresijskom analizom utvrđena je signifikantna ovisnost težine i volumena drva i lista s brojem izbojaka na panju, visinom grma i promjerom krošnje. Rezultati pokazuju da broj izbojaka objašnjava 35,5 % ($\beta = 0,611$; $p < 0,0001$), visina grma 36,5 % ($\beta = 0,619$; $p < 0,0001$), a promjer krošnje 70,7 % ($\beta = 0,846$; $p < 0,0001$) varijabilnosti težine i volumena drva. Broj izbojaka na panju objašnjava 59,2 % ($\beta = 0,777$; $p < 0,0001$), visina grma 35,4 % ($\beta = 0,610$; $p < 0,0001$) i promjer krošnje 79,0 % ($\beta = 0,893$; $p < 0,0001$) varijabilnosti težine i volumena lista. Na slici 4 uz regersijsku analizu ovisnosti težine i volumena drva i lista o broju izbojaka na panju i promjeru krošnje date su jednadžbe regresijskog pravca uz razinu značajnosti od 5 %.

Analizom varijance utvrđeno je da su ovi modeli dobri i primjenjivi u praksi, posebice model s promjerom krošnje $T_d(F_{(1,34)} = 85,53$; $p < 0,0001$) $T_l(F_{(1,34)} = 133,24$; $p < 0,0001$).

Multivarijantnom regresijskom analizom (tablica 4) utvrđena je signifikantna ovisnost težine i volumena drva i lista s promjerom krošnje $T_d(\beta = 0,756$; $p < 0,0001$), $T_l(\beta = 0,843$; $p < 0,0001$), dok za visinu

grma signifikantnost nije utvrđena $T_d(\beta = 0,142$; $p < 0,233$), $T_l(\beta = 0,078$; $p < 0,441$). Rezultati multivarijantne regresijske analize pokazuju da promjer krošnje i visina grma objašnjavaju 71,1 % varijabilnosti težine i volumena drva ($R^2 = 0,711$) i 78,8 % varijabilnosti težine i volumena lista ($R^2 = 0,788$).

Na osnovi izračunatih parametara jednadžbe multiple regresije za težinu i volumen drva i lista u makijama planike moguće je izraziti kao:

$$T_d = -2,8299 + 0,8303 \cdot h_g + 3,2146 \cdot d_k$$

$$T_l = -1,5227 + 0,2559 \cdot h_g + 2,0112 \cdot d_k$$

$$V_d = -0,0029 + 0,0008 \cdot h_g + 0,0032 \cdot d_k$$

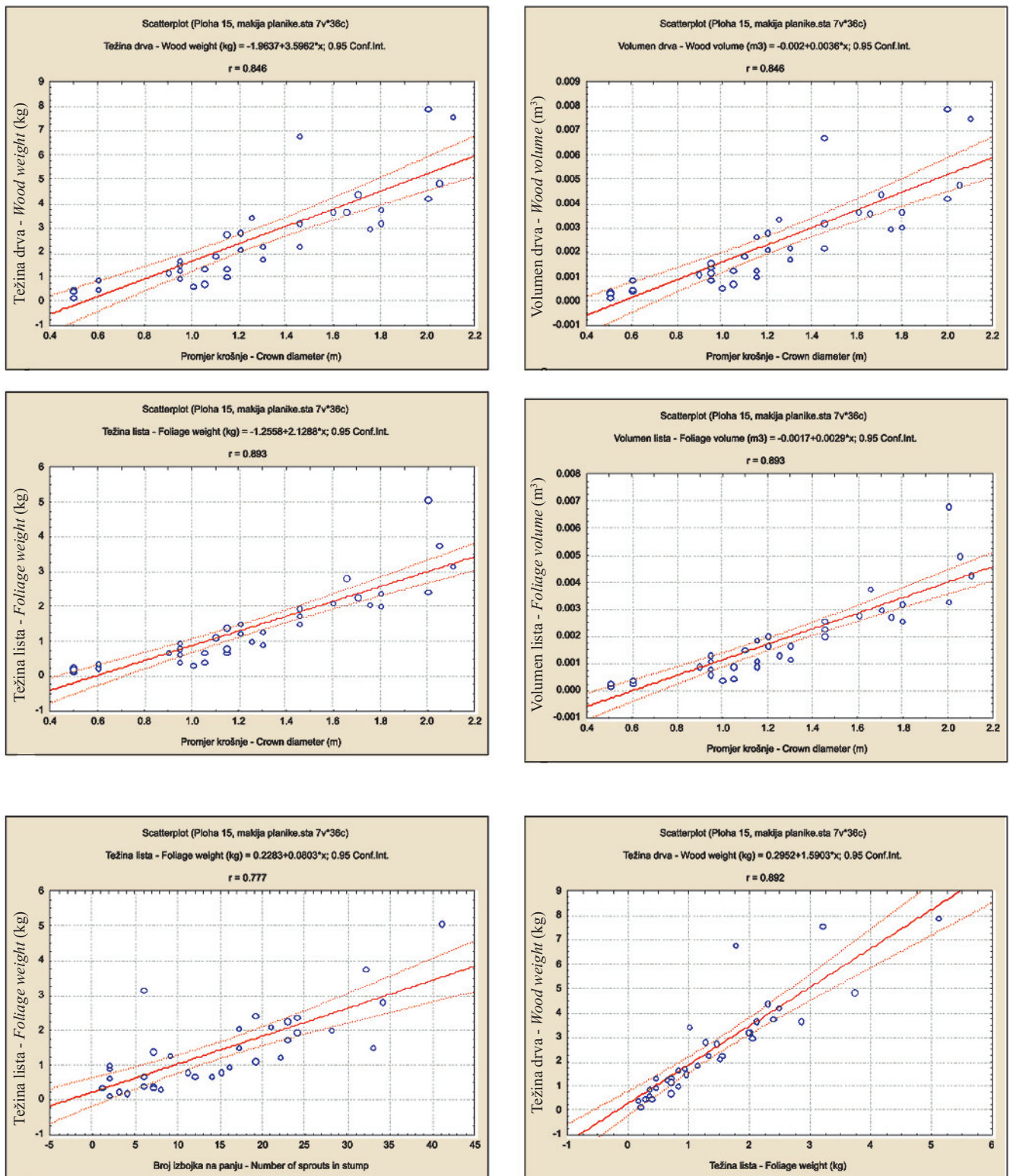
$$V_l = -0,0021 + 0,0003 \cdot h_g + 0,0027 \cdot d_k$$

gdje je T_d težina drva, T_l težina lista, V_d volumen drva, V_l volumen lista h_g visina grma i d_k promjer krošnje.

Analizom varijance utvrđeno je da su ovi modeli dobri i primjenjivi u praksi, jer varijabla promjera krošnje statistički značajno objašnjava zavisne varijable (težina i volumen drva i lista) $T_d(F_{(2,33)} = 44,10$; $p < 0,0001$), $T_l(F_{(2,33)} = 51,96$; $p < 0,0001$).

Tablica 4. Parametri univarijantne i multivarijantne regresije za težinu i volumen drva i lista u makijama planike
 Table 4 Parameters of univariate and multivariate regression for weight and volume of wood and foliage in strawberry tree maquis

Univarijantna regresija – Univariate regression				
Nezavisne varijable (x) <i>Independent variables (x)</i>	Zavisne varijable - <i>Dependent variables (y)</i>			
	Težina drva <i>Wood weight</i>	Težina lista <i>Foliage weight</i>	Volumen drva <i>Wood volume</i>	Volumen lista <i>Foliage volume</i>
	kg		m ³	
Broj izbojka na panju – <i>Number of sprout in stump (x)</i>				
R ₁	0,6108	0,7775	0,6131	0,7755
prilagođeni – <i>adjusted (R²)</i>	0,3547	0,5928	0,3576	0,5896
procjena reg. parametra – <i>estim. regres. parameters (β)</i>	0,6108	0,7775	0,6132	0,7755
t	4,4989	7,2087	4,5269	7,1616
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
b ₀	0,8781	0,2283	0,0008	0,0003
b ₁	0,1124	0,0802	0,0001	0,0001
Visina grma – <i>Height of bush (x)</i>				
R ₂	0,6194	0,6103	0,6188	0,6078
prilagođeni – <i>adjusted (R²)</i>	0,3655	0,3540	0,3648	0,3509
procjena reg. parametra – <i>estim. regres. parameters (β)</i>	0,6194	0,6103	0,6188	0,6078
t	4,6006	4,4922	4,5940	4,4629
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
b ₀	-3,3348	-1,8386	-0,0034	-0,0025
b ₁	3,6164	1,9989	0,0036	0,0027
Promjer krošnje – <i>Crown diameter (x)</i>				
R ₃	0,8459	0,8926	0,8463	0,8926
prilagođeni – <i>adjusted (R²)</i>	0,7072	0,7907	0,7079	0,7908
procjena reg. parametra – <i>estim. regres. parameters (β)</i>	0,8459	0,8926	0,8463	0,8926
t	9,2482	11,5431	9,2636	11,5445
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
b ₀	-1,9637	-1,2568	-0,0020	-0,0017
b ₁	3,5962	2,1288	0,0036	0,0029
Multivarijantna regresija – Multivariate regression				
Visina grma – <i>Height of bush (x₁)</i>				
Promjer krošnje – <i>Crown diameter (x₂)</i>				
R ₄	0,8531	0,8946	0,8533	0,8944
prilagođeni – <i>adjusted R²</i>	0,7112	0,7883	0,7117	0,7879
procjena reg. parametra – <i>estim. regres. parameters (β₁)</i>	0,1422	0,0781	0,1409	0,0739
procjena reg. parametra – <i>estim. regres. parameters (β₂)</i>	0,7562	0,8433	0,7574	0,8459
t ₁	1,2146	0,7792	1,2043	0,7367
t ₂	6,4575	8,4106	6,4734	8,4300
p ₁	0,2332	0,4414	0,2371	0,4665
p ₂	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
b ₀	-2,8299	-1,5227	-0,0029	-0,0021
b ₁	0,8304	0,2559	0,0008	0,0003
b ₂	3,2146	2,0112	0,0032	0,0027



Slika 4. Regresijska analiza ovisnosti težine i volumena drva i lista o promjeru krošnje i broju izbojaka na panju, te odnosu između težine drva i težine lista na pokusnoj plohi 15

Figure 4 Regression analysis of dependence of wood and foliage volume on crown diameter and number of sprouts on the stump, and the relation between wood weight and foliage weight on experimental plot 15

ZAKLJUČCI – Conclusions

Na temelju obrade prikupljenih podataka s pokusne plohe u makijama planike na području Vrgorca i obavljenih analiza utjecaja visine grma, promjera krošnje i

broja izbojaka na panju u makijama planike, kao nezavisnih varijabli, na volumen, odnosno težinu drva i lista, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. U makijama planike na površini od 100 m² pokrovnosti 69,61 % i srednje visine grma 1,84 m (planike 1,60 m), volumen drva iznosi 0,095 m³ (9,47 m³/ha), a volumen lista 0,074 m³ (7,37 m³/ha).
2. Univarijatom regresijskom analizom utvrđena je signifikantna ovisnost težine i volumena drva i lista s brojem izbojaka na panju, visinom grma i promjerom krošnje.
Promjer krošnje objašnjava 70,7 % ($\beta = 0,846$; $p < 0,0001$) varijabilnosti volumena i težine drva, a 79,0 % ($\beta = 0,893$; $p < 0,0001$) volumena i težine lista. Visina grma objašnjava 36,5 % ($\beta = 0,619$; $p < 0,0001$) varijabilnosti težine i volumena drva, a 35,4 % ($\beta = 0,610$; $p < 0,0001$) težine i volumena lista, dok broj izbojaka na panju objašnjava 35,5 % ($\beta = 0,611$; $p < 0,0001$) volumena i težine drva, a 59,2 % ($\beta = 0,777$; $p < 0,0001$) težine i volumena lista.
3. Multivarijatom regresijskom analizom utvrđena je signifikantna ovisnost težine i volumena drva i lista s promjerom krošnje (T_d ($\beta = 0,756$; $p < 0,0001$), T_{l-} ($\beta = 0,843$; $p < 0,0001$), dok za visinu grma signifikantnost nije utvrđena (T_{d-} ($\beta = 0,142$; $p < 0,233$), T_{l-} ($\beta = 0,078$; $p < 0,0001$). Visina grma i promjer krošnje objašnjavaju 71,7 % varijabilnosti težine i volumena drva ($R^2 = 0,711$), a 78,8 % težine i volumena lista. ($R^2 = 0,788$). Objasnjenju ovog regresijskog modela najviše pridonosi, kod težine i volumena drva i lista, promjer krošnje.
4. Svi modeli mogu se primjenjivati za brzu i pouzdanu procjenu zelene drvene i lisne mase pojedinih grmova (drva i lista) u makijama planike, posebno s varijablom promjera krošnje grma.

LITERATURA – References

- Anić, I., M. Štimac, S. Matić, M. Oršanić, 2007: Šume panjače ličkog područja kao izvor biomase za energiju. U: S. Matić (ur.), Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije. Zbornik radova znanstvenog skupa, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 63–74, Zagreb.
- Krpan, A. P. B., 1996: Biomasa za energiju – zbilja hrvatskoga krša? Hrvatsko šumarsko društvo, Skrb za hrvatske šume od 1946. do 1996., Knjiga 2, Zaštita šuma i pridobivanje drva, 211–215, Zagreb.
- Matić, S., Đ. Rauš, 1986: Prevođenje makije i panjače hrasta crnike u sastojine višeg uzgojnog oblika. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 2: 79–86, Zagreb.
- Topić, V., Ž. Vrdoljak, 1984: Program gospodarenja šumama i šumskim zemljištima vrgoračkog užeg područja krša za razdoblje 1994.–1993, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, 1–66, Split.
- Topić, V., D. Šupe, 1996: Ispaša i brst koza u šikarama submediteranskog krškog područja Hrvatske. U: B. Mayer (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Znanstvena knjiga 1: 377–384, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb.
- Topić, V., O. Antonić, Ž. Španjol, Ž. Vrdoljak, 2000: Regression models for estimating biomass of resprouted pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.), Italian oak (*Quercus frainetto* Ten.) and holm oak (*Quercus ilex* L.). Glasnik za šumske pokuse 37: 123–131, Zagreb.
- Topić, V., L. Butorac, S. Perić, 2006: Biomasa šikara bijelog graba (*Carpinus orientalis* Mill.) u submediteranskom dijelu Hrvatske. Radovi Šumarskog Instituta Jastrebarsko, izvanredno izdanje 9: 139–147, Jastrebarsko.
- Topić, V., L. Butorac, G. Jelić, S. Perić, R. Rosavec, 2008: Biomass of hop hornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) shrub on Velebit. Periodicum biologorum 110 (2): 151–156.
- Topić, V., L. Butorac, G. Jelić, 2009: Biomasa u panjačama planike (*Arbutus unedo* L.) na otoku Braču. Šum. list 133 (1–2): 5–14, Zagreb.

SUMMARY: Stating of biomass in forest ecosystems and development of models for its quick estimation is an important part of investigation, especially on karst. During many years of research on research projects the authors have collected and partly published data about biomass for some important species on Mediterranean karst area of Croatia.

*This paper presents the results of green wood and foliage mass measurement above soil level in maquis of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.). Research was made and samples collected on permanent experimental plot on Vrgorac area. The plot has dimensions of 1 ha, the subplot number 15, which was excluded*

and on which measurements on vegetation was made and its basic structural data stated, has 100 m² (table 1). Canopy on subplot amounts to 69,61%, the medium height of sprout of strawberry tree is 1,61 m (maximal 2,30 m). Wood and foliage mass on experimental plot was measured separately for every bush as weight and volume, the independent estimation were the height of the bush, diameter of the crown and number of sprouts on the trunk. The weight of wood and leaf was measured in kg, the volume in m³, the height of the bush and diameter of bush crown in m. The volume of wood in research maquis, on the area of 100 m², amounts to 0,095 m³, the volume of leaf 0,074 m³. The important part of the research also comprises the model for quick and reliable estimation of wood and leaf mass in these forest ecosystems. General lineal modelling was used for development of the model.

In table 3 it is evident that the height and wood volume is in strong correlation with number of sprouts on the trunk ($r = 0,611$) and bush height ($r = 0,619$) and in very strong correlation with crown diameter ($r = 0,846$). The weight and leaf volume are in strong correlation with bush height ($r = 0,610$), in very strong with number of sprouts on the trunk ($r = 0,775$) and crown diameter ($r = 0,892$). On the basis of number of sprouts on the trunk, bush height and diameter of the crown, as independent variables, the weight and wood and leaf volume of strawberry tree were estimated by univariate and multivariate regression analysis. In table 4 and figure 4 the regression models for estimation of weight and volume of wood and foliage of strawberry tree on experimental plot 15 are shown. By univariate regression analysis the significant dependance on weight and volume of wood and leaf with number of sprouts on the trunk, height of bush and crown diameter was stated. The results show that the number of sprouts explains 35,5% ($\beta = 0,611$; $p < 0,0001$), the height of the bush 36,5% ($\beta = 0,619$; $p < 0,0001$), the crown diameter 70,7% ($\beta = 0,846$; $p < 0,0001$) the variability of the weight and wood volume. The number of sprouts on the explains 59,2% ($\beta = 0,777$; $p < 0,0001$), the height of the bush 35,4% ($\beta = 0,610$; $p < 0,0001$) and crown diameter 79,0% ($\beta = 0,893$; $p < 0,0001$) of variability of leaf weight and volume. In figure 4, besides regression analysis of dependance of weight and volume of wood and leaf on number of sprouts on the trunk and diameter of the crown the equations of regression line beside the level of significance of 5% were given.

By multivariate regression analysis (table 4) the significal dependance of weight and tree volume and leaf with crown diameter was stated T_d -($\beta = 0,756$; $p < 0,0001$), T_l -($\beta = 0,843$; $p < 0,0001$), while the significance for bush height was not stated T_d -($\beta = 0,142$; $p < 0,233$), T_l -($\beta = 0,078$; $p < 0,441$).

The results of multivariate regression analysis show that the crown diameter and height of bush explain 71,1% of variability of weight and volume of wood ($R^2 = 0,711$) and 78,8% variability of weight and leaf volume ($R^2 = 0,788$).

All models can be applied for quick and reliable estimation of biomass of species (wood and leaf) in maquis of strawberry trees, especially with variables of crown diameter.

Key words: wood and leaf mass, maquis of strawberry tree, weight and wood volume, weight and foliage volume, crown diameter, number of sprouts on the trunk.