Struktura sastojine velelisne lipe i tise (As. Tilio platyphylli-Taxetum Glavač 1959) u šumskom predjelu Horvatove stube na Medvednici

Lepur, Antonija

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:220024

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

STRUKTURA SASTOJINE VELELISNE LIPE I TISE (As. *Tilio platyphylli-Taxetum* Glavač 1959) U ŠUMSKOM PREDJELU HORVATOVE STUBE NA MEDVEDNICI

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij:	Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem
Predmet:	Uzgajanje šuma II
Ispitno povjerenstvo:	1. Akademik prof. dr. sc. Igor Anić 2. Doc. dr. sc. Stjepan Mikac 3. Prof. dr. sc. Dario Baričević
Student:	Antonija Lepur
JMBAG:	0068221280
Broj indeksa:	922/17
Datum odobrenja teme:	25. 4. 2019.
Datum predaje rada:	29. 8. 2019.
Datum obrane rada:	20. 9. 2019.

Zagreb, rujan 2019.

Zahvaljujem mentoru akademiku Igoru Aniću na savjetima te pomoći pri izboru lokaliteta i obilasku terena.
Zahvaljujem dipl. ing. Mariu Šangi na velikoj pomoći pri obradi i analizi podataka, i djelatnicima NPŠO Sljeme koji su mi omogućili terenski dio istraživanja.
Zahvaljujem roditeljima i prijateljima na podršci i strpljenju.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Struktura sastojine velelisne lipe i tise (As. *Tilio platyphylli-Taxetum* Glavač 1985) u šumskom predjelu Horvatove stube na Medvednici
Title	The structure of the stand of large-leaved lime and yew (As. *Tilio platyphylli-Taxetum Glavač* 1959) in the forest area of Horvatove stube on Mount Medvednica
Autor	Antonija Lepur
Adresa autora	Ilica 179, Zagreb
Mjesto izrade	Zagreb
Mentor	Akademik prof. dr. sc. Igor Anić
Izradi rada pomogao	Dipl. ing. Mario Šango
Godina objave	2019.
Obujam	30 stranica, 10 slika, 16 grafikona, 6 tablica
Ključne riječi	Lipovo-tisove šume, strukturne značajke, tisa, velelisna lipa, Medvednica
Key words	Large-leaved lime and yew forests, structural properties, yew, large-leaved lime, Medvednica
Sažetak	Istražena je struktura sastojina velelisne lipe i tise na lokalitetu Horvatove stube unutar Nastavno-pokusnog šumskog objekta Sljeme u vlasništvu Šumarskog fakulteta. Postavljene su dvije pokusne plohe, na kojima su prikupljeni podaci o broju stabala po vrstama drveća i prsnim promjerima, te podaci o staništu. Na temelju toga je izračunat broj stabala po hektaru te vrijednosti temeljnice i drvnog volumena. Uspoređena je struktura i sastav vrsta dviju ploha. Prva ploha predstavlja optimalnu fazu razvoja zajednice *Tilio-taxetum*, a druga terminalnu fazu. Razmotrene su mogućnosti gospodarenja lipovo-tisovim šumama na lokalitetima koji nisu pod zakonskom zaštitom.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum: 20.9.2019.

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristila* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

_____

vlastoručni potpis

Antonija Lepur

U Zagrebu, *20. 9. 2019.*

Sadržaj

UVOD 1
CILJEVI ISTRAŽIVANJA 3
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 4
Uvod 4
Klimatske značajke 5
Orografske i hidrografske prilike i tlo 6
Šumska zajednica i gospodarenje 6
MATERIJAL I METODE RADA 8
Rad na terenu 8
Obrada podataka 8
REZULTATI ISTRAŽIVANJA 14
Struktura sastojine na plohi 1 14
Struktura sastojine na plohi 2 17
RASPRAVA 20
Ploha 1 20
Ploha 2 23
Analiza izvrtaka 27
Mogućnosti gospodarenja – etat i intenzitet preborne sječe 27
ZAKLJUČAK 29
LITERATURA 30

Popis grafikona

Grafikon 1: visinska krivulja i tarifa za lipu, ploha 1 11
Grafikon 2: visinska krivulja i tarifa za lipu, ploha 2 11
Grafikon 3: visinska krivulja i tarifa za tisu na plohi 1 12
Grafikon 4: visinska krivulja i tarifa za tisu na plohi 2 13
Grafikon 5: distribucija broja stabala po vrstama i debljinskim razredima na plohi 1 20
Grafikon 6: distribucija ukupnog broja stabala po debljinskim razredima na plohi 1 21
Grafikon 7: distribucija temeljnice po vrstama i debljinskim razredima na plohi 1 21
Grafikon 8: distribucija ukupne temeljnice po debljinskim razredima na plohi 1 22
Grafikon 9: distribucija volumena po vrstama i debljinskim razredima na plohi 1 22
Grafikon 10: distribucija ukupnog volumena po debljinskim razredima na plohi 1 23
Grafikon 11: distribucija broja stabala po vrstama i debljinskim razredima na plohi 2 24
Grafikon 12: distribucija ukupnog broja stabala po debljinskim razredima na plohi 2 24
Grafikon 13: distribucija temeljnice po vrstama i debljinskim razredima na plohi 2 25
Grafikon 14: distribucija ukupne temeljnice po debljinskim razredima na plohi 2 25
Grafikon 15: distribucija volumena po vrstama i debljinskim razredima na plohi 2 26
Grafikon 16: distribucija ukupnog volumena po debljinskim razredima na plohi 2 26

Popis slika

Slika 1: Šuma lipe i tise na Medvednici u ljetnom aspektu 2
Slika 2: tisa na Medvednici 3
Slika 3: Horvatove stube 4
Slika 4: Walterov klimadijagram za meteorološku postaju Puntijarka, Program gospodarenja za G.J. Sljeme 5
Slika 5: pregledna karta NPŠO Sljeme 6
Slika 6: šuma lipe i tise na plohi 2 7
Slika 7: vazdazeleni likovac i ciklama na plohi 1 14
Slika 8: pomlađivanje jele na plohi 2 17
Slika 9: izvrtak s plohe 1 27
Slika 10: izvrtak s plohe 2 27

Popis tablica

Tablica 1: specifične lokalne tarife za lipu 10
Tablica 2: specifične lokalne tarife za tisu 12
Tablica 3: ukupne vrijednosti broja stabala (N), temeljnice (G) i volumena (V) po vrstama drveća i etažama na plohi 1 15
Tablica 4: struktura sastojine na plohi 1 po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici, volumenu i etažama 16
Tablica 5: ukupne vrijednosti broja stabala (N), temeljnice (G) i volumena (V) po vrstama drveća i etažama na plohi 2 18
Tablica 6: struktura sastojine na plohi 2 po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici, volumenu i etažama 19

UVOD

Medvednica ili Zagrebačka gora je smještena između 15°49’45’’ i 16°7’45’’ sjeverne geografske dužine i 45°49’00’’ i 45°59’00’’ sjeverne geografske širine. Smjer pružanja glavnog masiva je jugozapad – sjeveroistok, širine je oko 9 kilometara i duljine oko 40 km. Od glavnog masiva pružaju se brojni postrani grebeni što Medvednici daje vrlo složen reljef. Najviši vrh Medvednice je Sljeme s 1035 m.

Zahvaljujući svom položaju i reljefu, na Medvednici se razvija vrlo raznolika flora pod utjecajem različitih mikroklimatskih uvjeta te kompleksnog razmještaja tala i geoloških podloga. Šuma je prepoznata kao glavni fenomen na temelju kojeg je Medvednica 16. 6. 1981. proglašena parkom prirode. Park prirode Medvednica se prostire na 17938 hektara, od kojih je 997 posebno zaštićeno kao botanički rezervat i rezervat šumske vegetacije. Brežuljkasti pojas većinom zauzimaju mješovite šume hrasta kitnjaka i običnoga graba. U brdskim pojasu, ovisno o ekspoziciji, tlu i mikroklimatskim uvjetima, izmjenjuju se zajednice kitnjaka i obične bukve. Vršnu zonu masiva prekriva panonska bukovo-jelova šuma, s kojom se u posebnim uvjetima miješaju i rijetke zajednice. U vlažnim, zaklonjenim uvalama je to šuma gorskog javora i običnoga jasena, a na strmim sjevernim padinama s karbonatnom podlogom nalazimo vrijedne sastojine šume velelisne lipe i tise.

Jedan od najljepših primjera šume velelisne lipe i tise (As. *Tilio platyphylli-Taxetum* Glavač 1959) nalazi se na lokalitetu Horvatove stube, unutar Nastavno-pokusnog šumskog objekta Sljeme Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Objekt NPŠO Sljeme zauzima strm, izbrazdan teren na sjevernim obroncima središnjeg dijela Medvednice, a površina mu iznosi 386 ha. U vlasništvu je Šumarskog fakulteta od 1947. godine. U prošlosti je taj predjel bio u privatnom posjedu te je njime neracionalno i neodgovorno gospodareno, što se i danas vidi budući da je Fakultet na posebno devastiranim lokacijama osnovao šumske kulture četinjača. Same Horvatove stube spuštaju se preko vapnenačkih blokova do korita potoka Srnec, svisinskom razlikom 103 mn. m.

Asocijaciju *Tilio platyphylli-Taxetum* prvi je opisao Glavač 1958. godine. Na temelju 15 snimaka svrstao je ovu zajednicu u svezu *Tilio-Acerion*. Za svojstvenu vrstu je odredio tisu, a sloj drveća najčešće tvore bukva, velelisna lipa, mukinja i crni jasen. U sloju grmlja pridolaze vrste karbonatne podloge kao što su *Staphylea pinnata, Euonymus latifolius* i *Daphne laureola*. Od prizemnog rašća nalazimo različite vrste bukovih mezofilnih i medunčevih šuma te litofite. Ova reliktna zajednica uspijeva kao trajni stadij na strmim

sjevernim padinama s plitkim skeletnim tlom, gdje vapnenačke stijene često izbijaju na površinu. Lipovo-tisova šuma pojavljuje se u gorju sjeverozapadne Hrvatske i sjevernom dijelu Gorskog kotara. Od srodnih srednjoeuropskih zajednica razlikuje se po termofilnom karakteru i skeletnom tlu, što se odražava u njezinom flornom sastavu.

Do sada nisu provođena istraživanja strukturnih značajki sastojina lipe i tise. Pojam struktura šumske sastojine odnosi se na prostorni raspored drvne biomase u njoj. Elementi strukture su ujedno i šumskouzgojni kriteriji koji bitno utječu na gospodarenje bilo kojom sastojinom. Kako bismo preporučili buduće šumskogospodarske postupke u sastojinama velelisne lipe i tise potrebno ih je poznavati.



Slika 1: Šuma lipe i tise na Medvednici u ljetnom aspektu

CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi istraživanja su:

1. analizirati i usporediti strukturne značajke sastojina po pokusnim plohama
2. zaključiti o stanju strukture te predložiti potrebne šumskouzgojne radove.



Slika 2: tisa na Medvednici

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Uvod

Područje istraživanja nalazi se na lokalitetu Horvatove stube unutar NPŠO Sljeme. Radi se o krškom predjelu sjeverno-sjeverozapadne ekspozicije, na strmim vapnenačkim blokovima. Predio je bio nepristupačan dok Vladimir Horvat nije vlastoručno izgradio 500 kamenih stuba i uredio ih za posjetitelje. Lokacija je zanimljiva zbog raznolikih krških oblika i rijetke zajednice velelisne lipe i tise.

Postavljene su dvije pokusne plohe. Prva ploha veličine 625 m^2 postavljena je pored samih stuba, unutar odsjeka 9b. Kvadratnog je oblika, dimenzija stranica 25x25 metara. Postavljena je na nagnutom terenu nagiba 42°. Druga ploha je pravokutnog oblika, dimenzija stranica 10 x50 metara odnosno površine 500 m^2. Ona je smještena u odsjeku5b, na platou iznad Horvatovih stuba. Nagib plohe dva iznosi 12°.

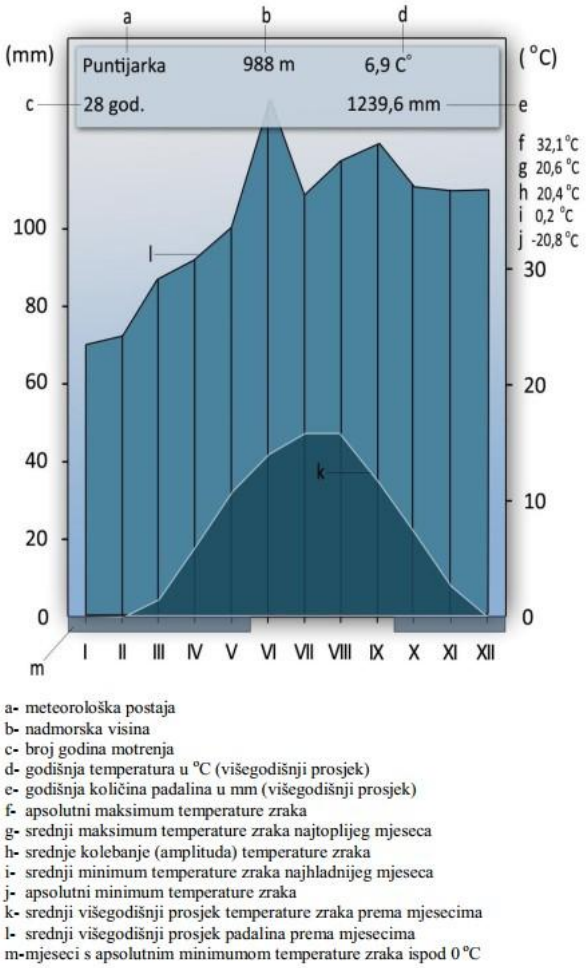


Slika 3: Horvatove stube

Klimatske značajke

Opis klimatskih značajki NPŠO Sljeme temelji se na podacima s meteorološke postaje Puntijarka, koja se nalazi u neposrednoj bliziniodjela te dobro predstavlja uvjete na cijelom području. Podaci se odnose na razdoblje promatranja 1981.-2009. godine.

Klima po Köppenovoj klasifikaciji je umjereno topla kišna klima tipa Cfwbx, bez suhog razdoblja s maksimumom padalina ljeti i u jesen. Prema Langovom kišnom faktoru pripada perhumidnom tipu s prosječnom količinom oborima od 1239,6 mm. Relativna zračna vlaga u prosjeku iznosi oko 80%, nešto manje tokom vegetacijskog razdoblja, a najviše u studenom. Najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom minimalnom temperaturom -2,0°C, a najtopliji je srpanj sa srednjom maksimalnom temperaturom od 16,2°C. Apsolutni maksimum temperature izmjeren je u srpnju 2007. godine te je iznosio 32,1°C. Apsolutni minimum izmjeren je u siječnju 1981., a iznosio je -20,8°C. Snježni pokrivač je uobičajena pojava te prosječno traje 102 dana godišnje.

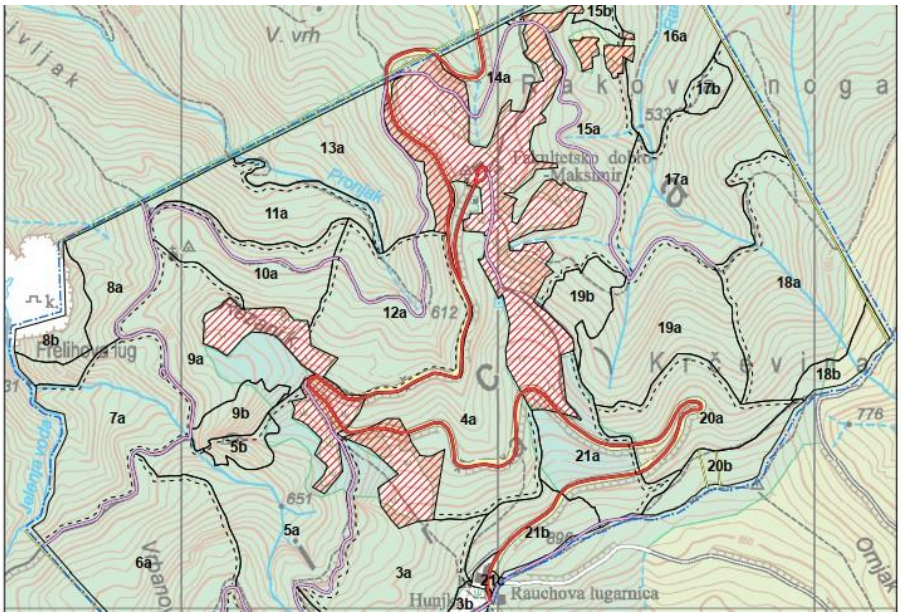


Slika 4: Walterov klimadijagram za meteorološku postaju Puntijarka,

Program gospodarenja za G.J. Sljeme

Orografske i hidrografske prilike i tlo

Geološku podlogu područja NPŠO Sljeme čine uglavnom zeleni škriljavci i djelomično uslojeni vapnenci. Nadmorske visine se kreću od 500 do 800 metara. Prisutne su duboko usječene potočne doline koje se spuštaju prema Zagorju. Stalni su potoci Bistra i Pronjak, a drugi su povremeni tokovi vezani za razdoblja obilnih oborina. Od tala dolazi smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) i distrično smeđe tlo (distrični kambisol).



Slika 5: pregledna karta NPŠO Sljeme

Šumska zajednica i gospodarenje

Na području NPŠO Sljeme dominira panonska bukovo-jelova šuma s brdskom vlasuljom (*Festuco drymeiae-Abietetum* Vukelić et Baričević 2007.). To je zajednica koja pridolazi na nadmorskim visinama od 600 do 1000 metara na Maclju, Medvednici, Papuku i drugim gorama kontinentalne Hrvatske. Od bukovo-jelovih šuma dinarskog područja se razlikuje jer uspijeva u uvjetima toplije klime s manje oborina te na silikatnim tlima. Za ovu zajednicu je propisano preborno gospodarenje.

Istraživana zajednica velelisne lipe i tise (*Tilio platyphylli-Taxetum* Glavač 1959) pridolazi na lokalitetima specifičnih uvjeta unutar većeg kompleksa bukovo-jelove šume. Karakterizira je karbonatna podloga, plitko tlo i tisa kao svojstvena vrsta asocijacije. Razvija se na hladnim, sjevernim i sjeverozapadnim ekspozicijama velikog nagiba, a u dinarskom području unutar kanjona veće vlažnosti. Obično je nalazimo unutar pojasa brdske bukove

šume. Trinajstić (2008) je u svom istraživanju pronašao šumu velelisne lipe i tise kod Skrada te je za južnu granicu njezinog areala utvrdio Plitvička jezera. Osim tise i velelisne lipe, najvažniju ulogu u floističkom sastavu imaju reliktni elementi ilirskog prostora (*Staphylea pinnata, Euonymus latifolius, Polystichum aculeatum* i dr.) i termofilne južnoeuropske vrste (*Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus* i dr.) po kojima se ova zajednica jasno razlikuje od srednjoeuropske tisove zajednice *Taxo-Fagetum*.

Sindinamski razvoj ove zajednice je proučio i opisao Glavač (1958) u svom istraživanju kada je asocijacija i ustanovljena. Inicijalna faza pridolazi na strmim stijenama i vapnenačkim blokovima, od vegetacije je karakteriziraju litofiti i brojni termofini elementi, a bukva nije prisutna. Optimalnu fazu nalazimo na blažim nagibima gdje je još uvijek prisutna velika stjenovitost i skeletno tlo. Ovu fazu prikazuje ploha 1 unutar odsjeka 9b. Sklop je prekinut, tisa je obilna i dobro se pomlađuje. U terminalnoj fazi razvoja, koja se javlja na blažim padinama i dubljim tlima, sklop je potpun a tisa se povlači u korist dominacije bukve. Ovu fazu predstavlja ploha 2 u odsjeku 5b, s time da zbog nadmorske visine i staništa prevladava pomlađivanje obične jele umjesto bukve.

Za ovu zajednicu općenito se preporučuje preborno gospodarenje s posebnom pažnjom posvećenom tisi. U slučaju istraživanog lokaliteta, obje sastojine su zaštitnog karaktera zbog očuvanja tla. Smjernice gospodarenja propisuju provođenje samo nužne sanitarne sječe te prepuštanje sastojina prirodnom razvoju.



Slika 6: šuma lipe i tise na plohi 2

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je obavljeno u dva dijela. Prvo je obavljena izmjera na terenu. Za izmjeru prsnih promjera korištene su promjerke. Visine stabala mjerene su pomoću Haglöf Vertex III Hypsometer uređaja i pripadajućeg transpondera. Za iskolčenje ploha korišteni su busola, Vertex, mjerna vrpca, trasirke, markirni kolčići i sprej za označavanje stabala. Za uzimanje izvrtaka korišteno je Presslerovo svrdlo.

Drugi dio se odnosi na obračun podataka te izradu tablica i grafikona.

Rad na terenu

Izmjera na terenu obavljena je u šumi lipe i tise 15. 3. 2019. godine. Postavljene su dvije pokusne plohe. Prva ploha je kvadratnog oblika,dimenzija 25×25 m (0,0625 ha). Druga ploha je zbog konfiguracije terena morala biti prilagođena u pravokutni oblik dimenzija 10×50 m (0,05 ha).

Prva ploha postavljena je u 9b odsjeku, sjeverno od Horvatovih stuba. Jednom stranicom se naslanja na planinarsku stazu. Ta ploha predstavlja optimalnu fazu sindinamskog razvoja lipovo-tisove šume odnosno šumske zajednice *Tilio-Taxetum*. Teren je nepristupačan. Zbog stijena koje izbijaju na površinu i sloja grmlja teško je prohodan. Nagib plohe u smjeru sjevera iznosi 42°.

Druga ploha je postavljena u odsjeku 5b, neposredno iznad Horvatovih stuba. Ona predstavlja terminalnu fazu razvoja lipovo-tisove šume. Teren je ravniji, tlo je dublje, a nagib iznosi 12°.

Obje plohe su obilježene markirnim kolčićima. Duljina stranica je izmjerena vrpcom, a okomice su određene busolom. Unutar ploha je obavljena totalna klupažapo vrstama drveća i etažama prema biološko-gospodarskoj klasifikaciji. Taksacijska granica iznosila je 3 cm. Visinske krivulje i lokalne tarife konstruirane su za svaku plohu. Također su uzeta dva izvrtka tise, po jedan sa svake plohe.

Obrada podataka

Svi podaci uneseni su i obrađeni u računalnom programu Microsoft Excel 2010. Izračunati su broj stabala, temeljnica i volumen na plohama i po hektaru, po vrstama drveća, etažama i debljinskim stupnjevima. Podaci su zbrojeni po debljinskim razredima.

Vrijednosti temeljnice određenog debljinskog stupnja izračunate su pomoću izraza

$$g = \left(\frac{{d_{1,30}}^2 \, x \, \pi}{40000}\right) x \, N$$

gdje su*g* vrijednost temeljnice, $d_{1,30}$prsni promjer stabla neke vrste drveća u pojedinom debljinskom stupnju, *N* broj stabala neke vrste drveća u pojedinom debljinskom stupnju. Izračunata temeljnica je iskazana na dvije decimale. Temeljnice debljinskih stupnjeva zbrojene su po debljinskim razredima (*G*).

Drvni volumen pojedinog debljinskog stupnja (*v*) izračunat je množenjem vrijednosti volumena srednjeg stabla u lokalnoj tarifi za neku vrstu drveća nekog debljinskog stupnja s brojem stabala neke vrste drveća u pojedinom debljinskom stupnju. Izražen je na dvije decimale. Volumeni po debljinskim stupnjevima su zbrojeni po debljinskim razredima (*V*).

Lokalne tarife izrađene su zasebno za pojedinu plohu i vrstu drveća.Na plohi 1 izmjereno je 35 visina stabala lipe u rasponu od 4 do 46 cm prsnog promjera i 25 visina stabala tise u rasponu prsnih promjera od 4 do 38 cm. Na plohi 2 izmjereno je 27 visina lipe u rasponu promjera od 14 do 46 cm te 15 visina stabala tiseu rasponu promjera od 10 do 46 cm.

Za svaki debljinski stupanj je izračunata prosječna visina koja je dobivena izjednačavanjem izmjerenih visina Mihajlovljevom funkcijom:

$$h_{izj} = b_0 \times e^{\frac{-b_1}{d_{1,30}}} + 1{,}30$$

gdje su b_o i $b_1$parametri procijenjeni metodom najmanjih kvadrata, *e* baza prirodnog logaritma, $d_{1,30}$ prsni promjer određenog debljinskog stupnja.Vrijednost b_0 za lipu na plohi 1 iznosi 18,9263, a b_1 iznosi -9,44509. Za plohu 2 vrijednost parametra $b_0$za lipu iznosi 25,8614, a parametra b_1 iznosi -14,1798. Parametri jednadžbe za plohu 1 za tisu iznosili su b_o = 8,62399 i b_o = -6,20075, a za plohu 2 b_o= 18,0371 i b_o= -16,8206.

Lokalni volumni nizovi zatim su izračunati pomoću Schumacher-Hallove formule

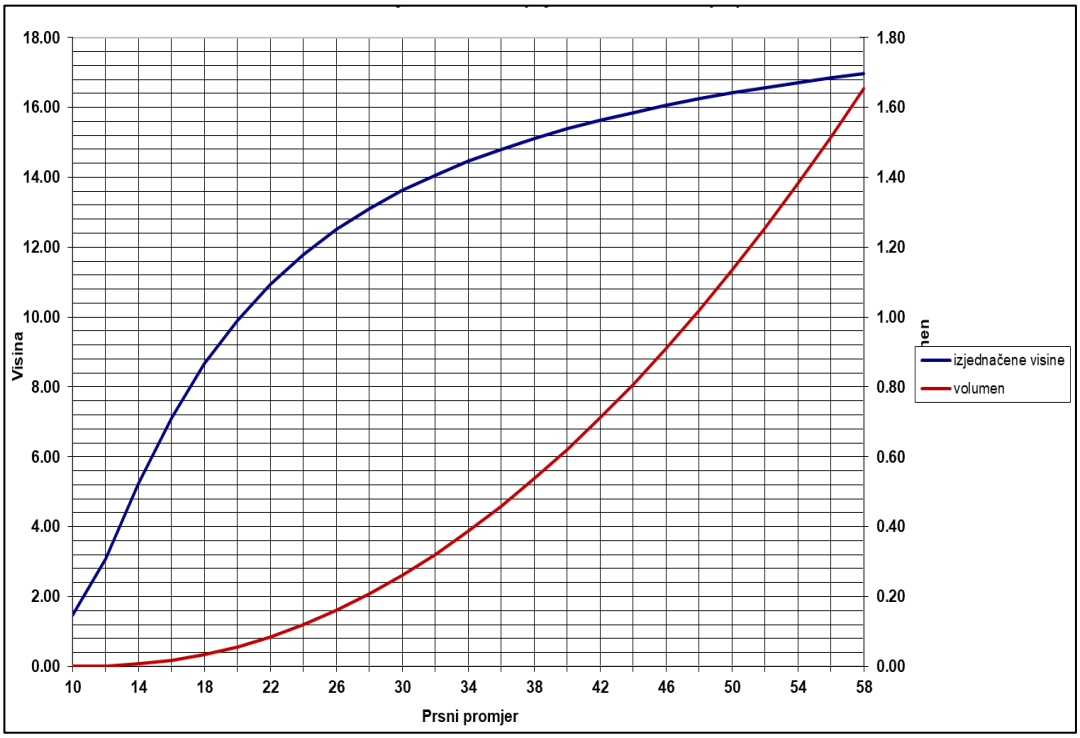
$$\mathrm{v} = 10^{-\mathrm{a}} \times {d_{1,30}}^b \times h^c$$

gdje su *v* drvni volumen pojedinog debljinskog stupnja, $d_{1,30}$ prsni promjer određenog debljinskog stupnja, *h* izjednačena visina pojedinog debljinskog stupnja, *a*, *b* i *c* parametri funkcije.

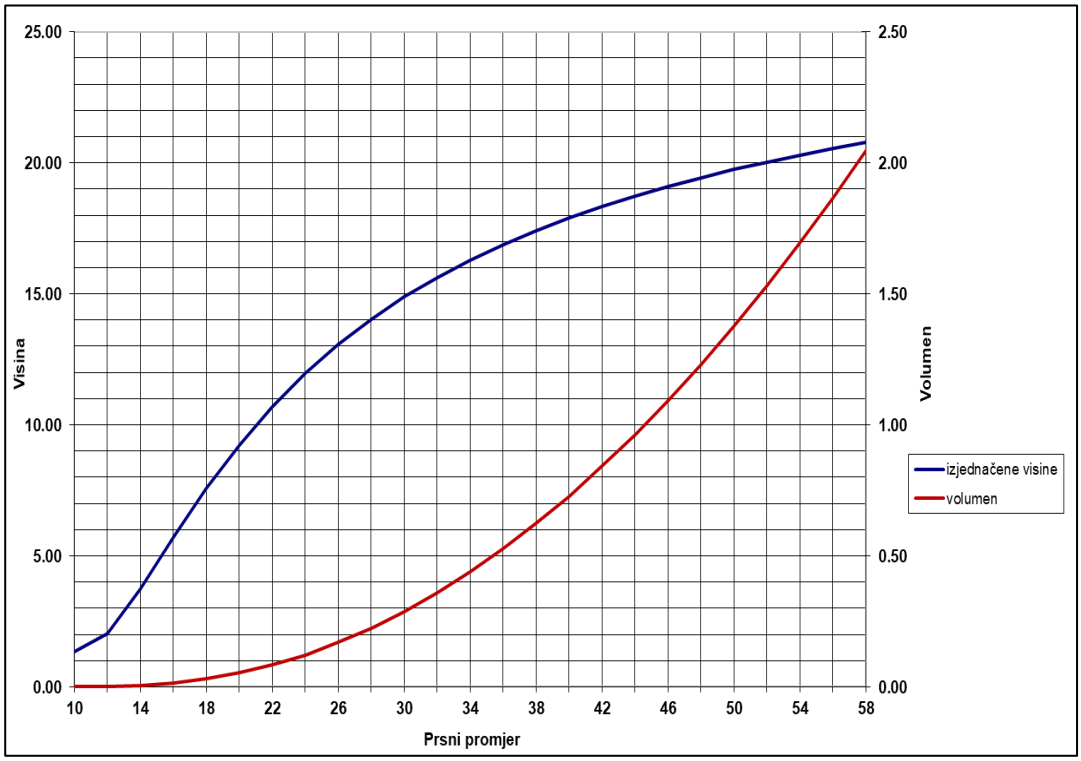
Tablica 1: specifične lokalne tarife za lipu

tarifa za lipu - ploha 1		
d_1(cm)	h_{izj}(m)	v_1(m³)
2	1.47	0.0002
4	3.08	0.0019
6	5.22	0.0074
8	7.11	0.0181
10	8.66	0.0345
12	9.91	0.0569
14	10.94	0.0855
16	11.79	0.1202
18	12.50	0.1611
20	13.10	0.2082
22	13.62	0.2616
24	14.07	0.3211
26	14.46	0.3869
28	14.81	0.4588
30	15.11	0.5368
32	15.39	0.6211
34	15.64	0.7115
36	15.86	0.8080
38	16.06	0.9106
40	16.25	1.0194
42	16.41	1.1342
44	16.57	1.2552
46	16.71	1.3822
48	16.85	1.5153
50	16.97	1.6545

tarifa za lipu - ploha 2		
d_1(cm)	h_{izj}(m)	v_1(m³)
2	1.32	0.0002
4	2.05	0.0013
6	3.73	0.0052
8	5.69	0.0143
10	7.56	0.0299
12	9.23	0.0528
14	10.69	0.0835
16	11.96	0.1220
18	13.06	0.1688
20	14.03	0.2237
22	14.87	0.2870
24	15.62	0.3585
26	16.29	0.4384
28	16.89	0.5266
30	17.42	0.6232
32	17.90	0.7281
34	18.34	0.8413
36	18.74	0.9629
38	19.11	1.0928
40	19.44	1.2310
42	19.75	1.3775
44	20.04	1.5323
46	20.30	1.6954
48	20.55	1.8667
50	20.78	2.0463



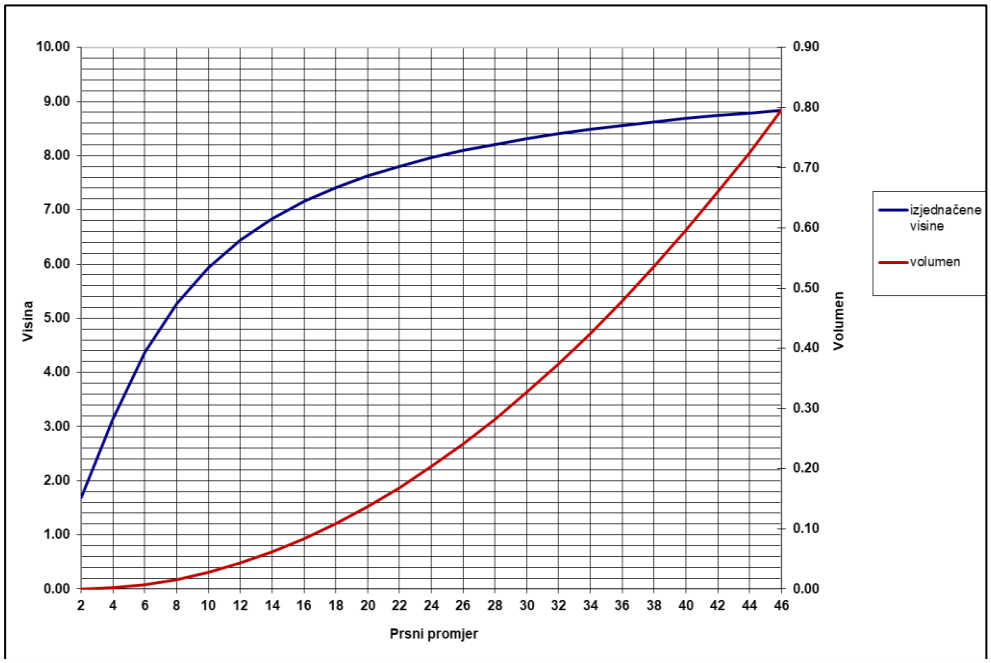
Grafikon 1: visinska krivulja i tarifa za lipu, ploha 1



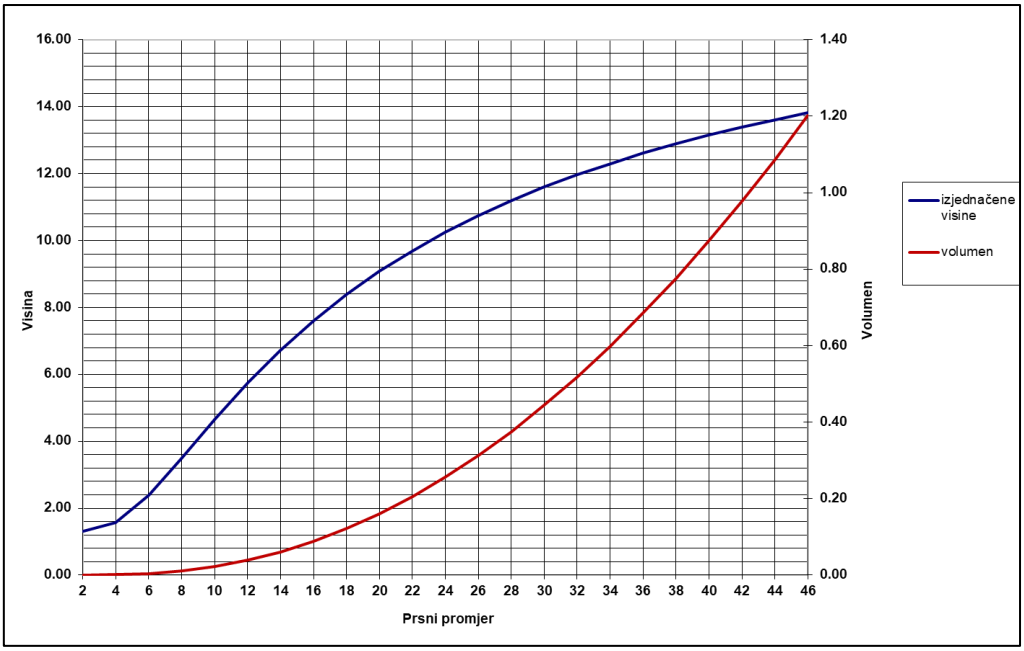
Grafikon 2: visinska krivulja i tarifa za lipu, ploha 2

Tablica 2: specifične lokalne tarife za tisu

Tarifa za tisu - ploha 1			Tarifa za tisu - ploha 2		
d_1(cm)	hizj(m)	v_1(m³)	d_1(cm)	hizj(m)	v_1(m³)
2	1.69	0.00038	2	1.30	0.000299
4	3.13	0.002597	4	1.57	0.001372
6	4.37	0.007794	6	2.39	0.004469
8	5.27	0.016259	8	3.50	0.011142
10	5.94	0.02805	10	4.65	0.022395
12	6.44	0.043172	12	5.74	0.038796
14	6.84	0.06161	14	6.72	0.060666
16	7.15	0.083349	16	7.60	0.088188
18	7.41	0.108369	18	8.38	0.12147
20	7.63	0.136655	20	9.08	0.160572
22	7.81	0.16819	22	9.70	0.205528
24	7.96	0.202958	24	10.25	0.256356
26	8.09	0.240946	26	10.74	0.313062
28	8.21	0.282142	28	11.19	0.375647
30	8.31	0.326532	30	11.60	0.444104
32	8.40	0.374107	32	11.96	0.518428
34	8.49	0.424855	34	12.30	0.598608
36	8.56	0.478766	36	12.60	0.684635
38	8.63	0.535832	38	12.89	0.776497
40	8.69	0.596044	40	13.15	0.874183
42	8.74	0.659393	42	13.38	0.977682
44	8.79	0.725872	44	13.61	1.086981
46	8.84	0.795474	46	13.81	1.202069



Grafikon 3: visinska krivulja i tarifa za tisu na plohi 1



Grafikon 4: visinska krivulja i tarifa za tisu na plohi 2

Uzeti izvrtci su izbrušeni i obrađeni na Šumarskom fakultetu kako bi se brojanjem godova mogla utvrditi starost stabala tise.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Struktura sastojine na plohi 1

Prva ploha je iskolčena na strmoj padini pored Horvatovih stuba. Njezina početna točka nalazi se kod spomen-stabla Stara tisa. Od tog stabla je i uzet izvrtak. Ploha je zbog vapnenačkih stijena koje izbijaju na površinu razlomljena na nekoliko malih platoa. Nagib plohe u pravcu sjevera iznosi 42°. Takav reljef zajedno s oskudnim tlom uzrokuje prekinut sklop. Na plohi je prisutan veći broj stabala lipe i mukinje koja su nastala iz panja, pa tvore zbijene grupe. Ima svega 5 tisa od kojih nijedna nije u dominantnoj etaži. Podstojnu etažu tvore većinom crni jasen, lipa i obični grab, a sporadično se javlja podrast obične jele. Unutar plohe je zabilježen i jedan gorski javor. Uz sjeverni rub plohe teren se mijenja. Manja je stjenovitost, a na dubljem tlu uspijeva *Festuca* sp. Neposredno izvan tog ruba plohe javljaju se stabla bukve, pa možemo zaključiti kako je taj potez ujedno i rub sastojine lipe i tise. Od grmlja na plohi 1 nalazimo običnu lijesku (*Corylus avellana)*, božikovinu(*Ilex aquifolium)*, vazdazeleni likovac (*Daphne laureola)*, kupinu (*Rubus* sp.), kuriku(*Euonymus* sp). U sloju prizemnog rašća prisutne su paprati (litofiti) *Polypodium vulgare*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium scolopendrium*; zatim šumska ciklama (*Cyclamen purpurascens)*, širokolisna veprina (*Ruscus hypoglossum)*, ljekoviti plućnjak(*Pulmonaria officinalis)*, jetrenka(*Anemone hepatica)*, smrdljiva iglica (*Geranium robertianum)*. Ova ploha predstavlja optimalnu fazu razvoja zajednice Tilio-Taxetum.



Slika 7: vazdazeleni likovac i ciklama na plohi 1

Na plohi 1 ima ukupno 2192 stabala po hektaru čija je ukupna temeljnica 44,99 m^2/ha i volumen 296,47 m^3/ha (Tablice 3 i 4). Najzastupljenija vrsta drveća je lipa, a slijede po broju stabala redom crni jasen, mukinja, obični grab, jela, tisa i gorski javor.

U proizvodnom dijelu sastojine (dominatna etaža i nuzgredna etaža) ima ukupno 912 stabala s temeljnicom 40,00 m^2/ha i volumenom od 277,00 m^3/ha. Najzastupljenija vrsta u proizvodnom dijelu sastojine je lipa čije su vrijednosti broja stabala po hektaru 368, temeljnice 23,56 m^2/ha i volumena 179,63 m^3/ha. Uz nju, u proizvodnom dijelu su primješane i sljedeće vrste: mukinja, crni jasen, tisa, obični grab, te po jedna jela i gorski javor.

U pomoćnom dijelu sastojine (podstojna etaža) ima ukupno 1280 stabala s temeljnicom 5,06 m^2/ha i volumenom od 0,58 m^3/ha. Najzastupljenija vrsta u pomoćnom dijelu sastojine je lipa čije su vrijednosti broja stabala po hektaru 608, temeljnice 2,45 m^2/ha i volumena 9,34 m^3/ha. Uz nju, u pomoćnom dijelu su primješane i sljedeće vrste: crni jasen, obični grab, jela, mukinja i tisa.

Tablica 3: ukupne vrijednosti broja stabala (N), temeljnice (G) i volumena (V) po vrstama drveća i etažama (A - dominantna etaža, B - nuzgredna etaža, C - podstojna etaža) na plohi 1

vrsta	A			B			C			UKUPNO		
drveća	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
lipa	13	1.16	9.07	10	0.32	2.15	38	0.15	0.58	61	1.62	11.81
tisa	0	0.00	0.00	3	0.27	1.26	2	0.05	0.23	5	0.32	1.49
mukinja	2	0.13	1.00	12	0.25	1.49	3	0.01	0.02	17	0.38	2.51
crni jasen	0	0.00	0.00	12	0.24	1.50	19	0.06	0.21	31	0.30	1.71
jela	0	0.00	0.00	1	0.03	0.11	6	0.01	0.04	7	0.04	0.15
ob grab	0	0.00	0.00	3	0.08	0.55	12	0.04	0.15	15	0.12	0.70
g javor	0	0.00	0.00	1	0.03	0.16	0	0.00	0.00	1	0.03	0.16
uk	15	1.29	10.07	42	1.21	7.22	80	0.32	1.24	137	2.81	18.53
uk/ha	240	20.60	161.13	672	19.33	115.56	1280	5.06	19.79	2192	44.99	296.47

Tablica 4: struktura sastojine na plohi 1 po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici, volumenu i etažama

vrsta	debljinski	A			B			C			UKUPNO		
drveća	razred	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
lipa	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	33	0.09	0.27	33	0.09	0.27
	11-20	0	0.00	0.00	7	0.16	0.97	5	0.06	0.31	12	0.22	1.29
	21-30	5	0.28	2.09	3	0.16	1.18	0	0.00	0.00	8	0.44	3.27
	31-40	6	0.57	4.47	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	6	0.57	4.47
	41-50	2	0.30	2.52	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.30	2.52
	∑	13	1.16	9.07	10	0.32	2.15	38	0.15	0.58	61	1.62	11.81
tisa	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.01	0.03	1	0.01	0.03
	11-20	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	21-30	0	0.00	0.00	1	0.05	0.24	1	0.05	0.20	2	0.10	0.44
	31-40	0	0.00	0.00	2	0.22	1.01	0	0.00	0.00	2	0.22	1.01
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	3	0.27	1.26	2	0.05	0.23	5	0.32	1.49
mukinja	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3	0.01	0.02	3	0.01	0.02
	11-20	0	0.00	0.00	12	0.25	1.49	0	0.00	0.00	12	0.25	1.49
	21-30	2	0.13	1.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.13	1.00
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	2	0.13	1.00	12	0.25	1.49	3	0.01	0.02	17	0.38	2.51
crni jasen	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	18	0.05	0.15	18	0.05	0.15
	11-20	0	0.00	0.00	10	0.17	0.98	1	0.01	0.06	11	0.18	1.04
	21-30	0	0.00	0.00	2	0.08	0.52	0	0.00	0.00	2	0.08	0.52
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	12	0.24	1.50	19	0.06	0.21	31	0.30	1.71
jela	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	6	0.01	0.04	6	0.01	0.04
	11-20	0	0.00	0.00	1	0.03	0.11	0	0.00	0.00	1	0.03	0.11
	21-30	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	1	0.03	0.11	6	0.01	0.04	7	0.04	0.15
obični grab	0-10	0	0.00	0.00	1	0.01	0.03	11	0.03	0.10	12	0.03	0.13
	11-20	0	0.00	0.00	1	0.01	0.06	1	0.01	0.06	2	0.02	0.11
	21-30	0	0.00	0.00	1	0.06	0.46	0	0.00	0.00	1	0.06	0.46
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	3	0.08	0.55	12	0.04	0.15	15	0.12	0.70
g javor	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	11-20	0	0.00	0.00	1	0.03	0.16	0	0.00	0.00	1	0.03	0.16
	21-30	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	1	0.03	0.16	0	0.00	0.00	1	0.03	0.16
ukupno	0-10	0	0.00	0.00	1	0.01	0.03	72	0.19	0.61	73	0.20	0.64
	11-20	0	0.00	0.00	32	0.63	3.77	7	0.08	0.43	39	0.72	4.20
	21-30	7	0.42	3.09	7	0.35	2.40	1	0.05	0.20	15	0.81	5.69
	31-40	6	0.57	4.47	2	0.22	1.01	0.00	0.00	0.00	8	0.78	5.48
	41-50	2	0.30	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0.30	2.52
	∑	15	1.29	10.07	42	1.21	7.22	80	0.32	1.24	137	2.81	18.53
ukupno po ha		240	20.60	161.13	672	19.33	115.56	1280	5.06	19.79	2192	44.99	296.47

Struktura sastojine na plohi 2

Druga ploha nalazi se na platou iznad Horvatovih stuba. Od odmorišta kod spomen-ploče Vladimiru Horvatu do nje se dolazi kratkim usponom. Dulja stranica plohe (50 m) proteže se u pravcu sjeveroistoka. Nagib od 12° je značajno manji nego nagib na plohi 1. Manja je i stjenovitost. Na samoj plohi nema stijena. Uz njezin rub se pruža dugačak blok koji se ruši prema pješačkoj stazi ispod plohe.

Ploha 2 predstavlja terminalnu fazu razvoja šumske zajednice. To je jasno vidljivo već kretanjem po plohi. Na jugozapadnom kraju nalaze se impozantna stabla tise i nekoliko lipa. Prema sjeveroistoku se javlja sve više pomlatka jele, a prisutna je i bukva. Sklop je potpun do prekinut. Grmlje je slično plohi 1, s vrstama *Daphne laureola*, *Corylus avellana*, *Rubus* sp. i *Euphorbia* sp. U sloju prizemnog rašća izostaju litofiti, a javljaju se mezofilne vrste višegodišnji prosinac (*Mercurialis perennis*), deveterolisna režuha (*Cardamine eneaphyllos*)i vlasulja (*Festuca* sp).



Slika 8: pomlađivanje jele na plohi 2

Na plohi 1 ima ukupno 2160 stabala po hektaru čija je ukupna temeljnica 43,56 m^2/ha i volumen 316,59 m^3/ha (Tablice 5 i 6). Najzastupljenija vrsta drveća po brojnosti je obična jela, a za njom slijede crni jasen, lipa, tisa, bukva, mukinja, obični grab, gorski javor te jedan crni bor. Najveći udio u volumenu ostvaruje lipa, a ostale vrste u volumenu sudjeluju jednakim udjelima kao i prema brojnosti.

U proizvodnom dijelu sastojine (dominatna etaža i nuzgredna etaža) ima ukupno 880 stabala s temeljnicom 37,28 m^2/ha i volumenom od 291,99 m^3/ha. Najzastupljenija vrsta u proizvodnom dijelu sastojine je lipa čije su vrijednosti broja stabala po hektaru 280, temeljnice 11,08 m^2/ha i volumena 88,96 m^3/ha. Uz nju, u proizvodnom dijelu su primješane i sljedeće vrste: crni jasen, jela, tisa, bukva, obični grab i gorski javor.

U pomoćnom dijelu sastojine (podstojna etaža) ima ukupno 1280 stabala s temeljnicom 6,29 m^2/ha i volumenom od 24,61 m^3/ha. Najzastupljenija vrsta u pomoćnom dijelu sastojine je jela čije su vrijednosti broja stabala po hektaru 600, temeljnice 1,90 m^2/ha i volumena 7,53 m^3/ha. Uz nju, u pomoćnom dijelu su primješane i sljedeće vrste: crni jasen, tisa, lipa, mukinja, bukva, crni bor i gorski javor.

Tablica 5: ukupne vrijednosti broja stabala (N), temeljnice (G) i volumena (V) po vrstama drveća i etažama (A - dominantna etaža, B- nuzgredna etaža, C - podstojna etaža) na plohi 2

vrsta	A			B			C			UKUPNO		
drveća	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
lipa	7	0.41	3.57	7	0.14	0.87	5	0.01	0.02	19	0.56	4.47
tisa	0	0.00	0.00	4	0.16	0.86	7	0.15	0.69	11	0.31	1.55
jela	3	0.39	2.99	5	0.11	0.71	30	0.10	0.38	38	0.60	4.08
crni jasen	0	0.00	0.00	11	0.18	1.08	15	0.05	0.12	26	0.23	1.19
mukinja	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3	0.002	0.002	3	0.00	0.00
bukva	3	0.20	1.89	1	0.02	0.09	2	0.01	0.02	6	0.22	2.00
ob grab	0	0.00	0.00	2	0.09	0.71	0	0.00	0.00	2	0.09	0.71
crni bor	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.001	0.001	1	0.00	0.00
g javor	1	0.17	1.82	0	0.00	0.00	1	0.00	0.01	2	0.17	1.83
uk	14	1.17	10.28	30	0.69	4.32	64	0.31	1.23	108	2.18	15.83
uk/ha	280	23.47	205.50	600	13.81	86.49	1280	6.29	24.61	2160	43.56	316.59

Tablica 6: struktura sastojine na plohi 2 po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici, volumenu i etažama

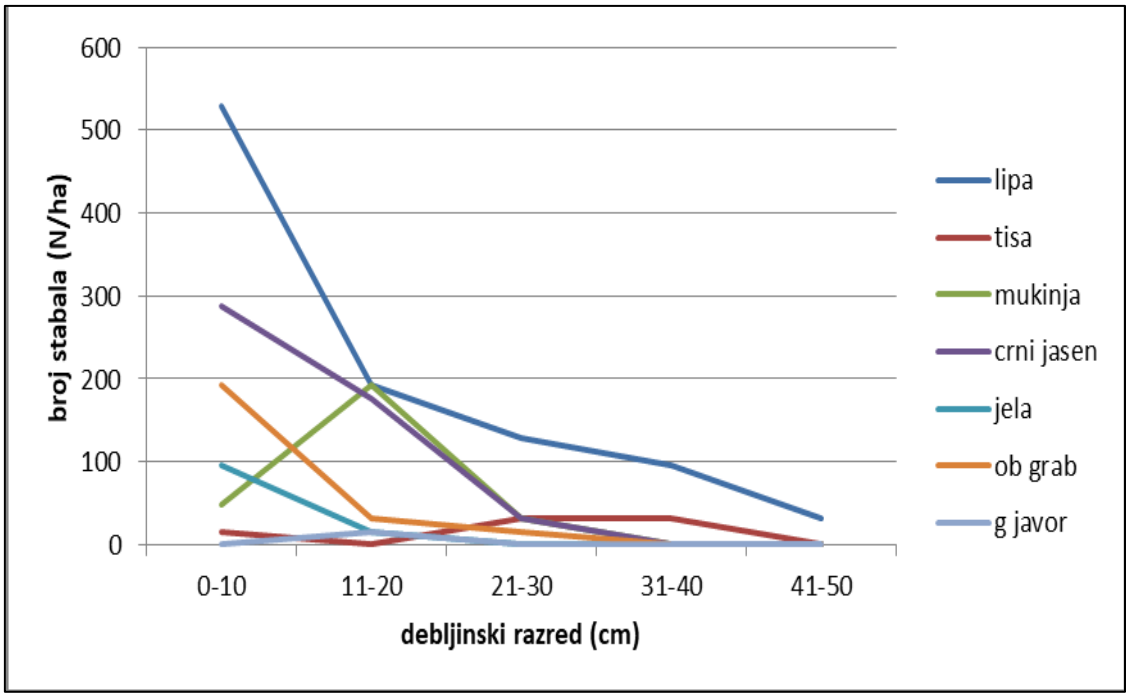
vrsta	debljinski	A			B			C			UKUPNO		
drveća	razred	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
lipa	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5	0.01	0.02	5	0.00	0.02
	11-20	1	0.03	0.22	7	0.14	0.87	0	0.00	0.00	8	0.18	1.10
	21-30	5	0.24	1.98	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5	0.24	1.98
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	1	0.14	1.38	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.14	1.38
	∑	7	0.41	3.57	7	0.14	0.87	5	0.01	0.02	19	0.56	4.47
tisa	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	11-20	0	0.00	0.00	1	0.02	0.09	7	0.15	0.69	8	0.17	0.78
	21-30	0	0.00	0.00	3	0.14	0.77	0	0.00	0.00	3	0.14	0.77
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	4	0.16	0.86	7	0.15	0.69	11	0.31	1.55
jela	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	27	0.06	0.20	27	0.06	0.20
	11-20	0	0.00	0.00	5	0.11	0.71	3	0.03	0.18	8	0.15	0.89
	21-30	1	0.06	0.44	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.06	0.44
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	2	0.33	2.55	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.33	2.55
	∑	3	0.39	2.99	5	0.11	0.71	30	0.10	0.38	38	0.60	4.08
crni jasen	0-10	0	0.00	0.00	3	0.02	0.09	15	0.05	0.12	18	0.07	0.21
	11-20	0	0.00	0.00	7	0.10	0.55	0	0.00	0.00	7	0.10	0.55
	21-30	0	0.00	0.00	1	0.05	0.44	0	0.00	0.00	1	0.05	0.44
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	11	0.18	1.08	15	0.05	0.12	26	0.23	1.19
mukinja	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3	0.002	0.002	3	0.002	0.002
	11-20	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	21-30	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	∑	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3	0.002	0.002	3	0.002	0.002
bukva	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.01	0.02	2	0.01	0.02
	11-20	0	0.00	0.00	1	0.02	0.09	0	0.00	0.00	1	0.02	0.09
	21-30	2	0.11	0.98	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.11	0.98
	31-40	1	0.09	0.90	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.09	0.90
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	3	0.20	1.89	1	0.02	0.09	2	0.01	0.02	6	0.22	2.00
obični grab	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	11-20	0	0.00	0.00	1	0.02	0.08	0	0.00	0.00	1	0.02	0.08
	21-30	0	0.00	0.00	1	0.07	0.62	0	0.00	0.00	1	0.07	0.62
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	∑	0	0.00	0.00	2	0.09	0.71	0	0.00	0.00	2	0.09	0.71
crni bor	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.001	0.0014	1	0.001	0.001
	11-20	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	21-30	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	41-50	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.000
	∑	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.001	0.001	1	0.001	0.001
g javor	0-10	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.003	0.01	1	0.003	0.01
	11-20	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	21-30	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	31-40	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	41-50	1	0.17	1.82	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.17	1.82
	∑	1	0.17	1.82	0	0.00	0.00	1	0.00	0.01	2	0.17	1.83
ukupno	0-10	0	0.00	0.00	3	0.02	0.09	54	0.13	0.36	57	0.14	0.45
	11-20	1	0.03	0.22	22	0.41	2.40	10	0.18	0.87	33	0.63	3.49
	21-30	8	0.41	3.40	5	0.26	1.84	0	0.00	0.00	13	0.67	5.24
	31-40	1	0.09	0.90	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.09	0.90
	41-50	4	0.64	5.75	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4	0.64	5.75
	∑	14	1.17	10.28	30	0.69	4.32	64	0.31	1.23	108	2.18	15.83
uk/ha	ΣΣ	280	23.47	205.50	600	13.81	86.49	1280	6.29	24.61	2160	43.56	316.59

RASPRAVA

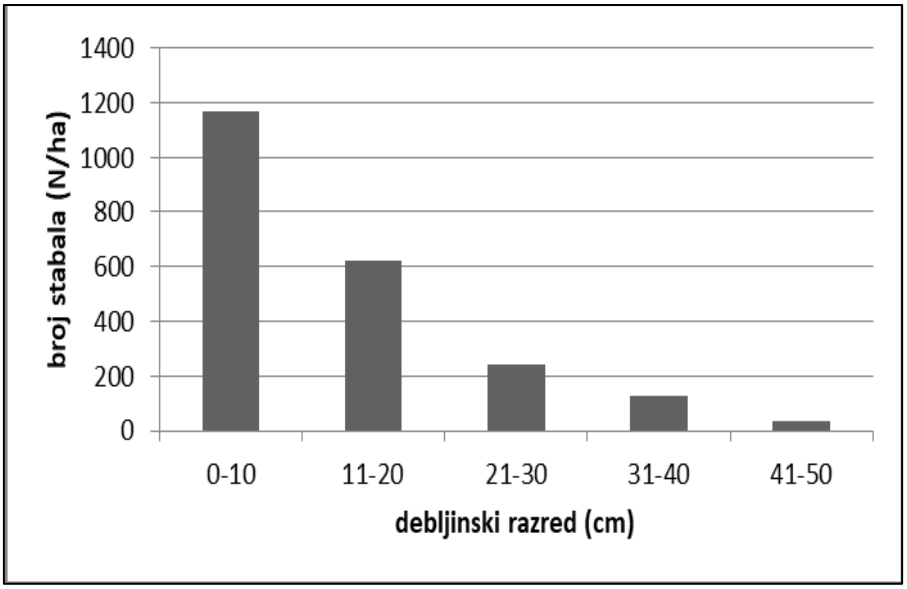
Ploha 1

Gustoća sastojine na plohi 1 ukupno iznosi 2192 stabla po hektaru. Distribucija broja stabala je padajuća. Najveći udio po broju stabala ima lipa. U manjim debljinskim razredima po broju lipu slijede crni jasen i mukinja, a jedino lipa i tisa dosežu promjere veće od 30 cm.

Dominantnu etažu čini pretežno lipa. Udio te etaže u drvnoj zalihi iznosi 54,35%. Zajedno s nuzgrednom etažom, proizvodni dio sastojine tvori 93,33% drvne zalihe. Podstojna etaža se sastoji od mladih stabala lipe, crnog jasena, običnog graba i drugog, te sudjeluje u volumenu s 6,67%. Lipa na ovom lokalitetu ne postiže visine veće od 18 m. To je za velelisnu lipu ispod prosjeka, a može se objasniti oskudnim staništem.

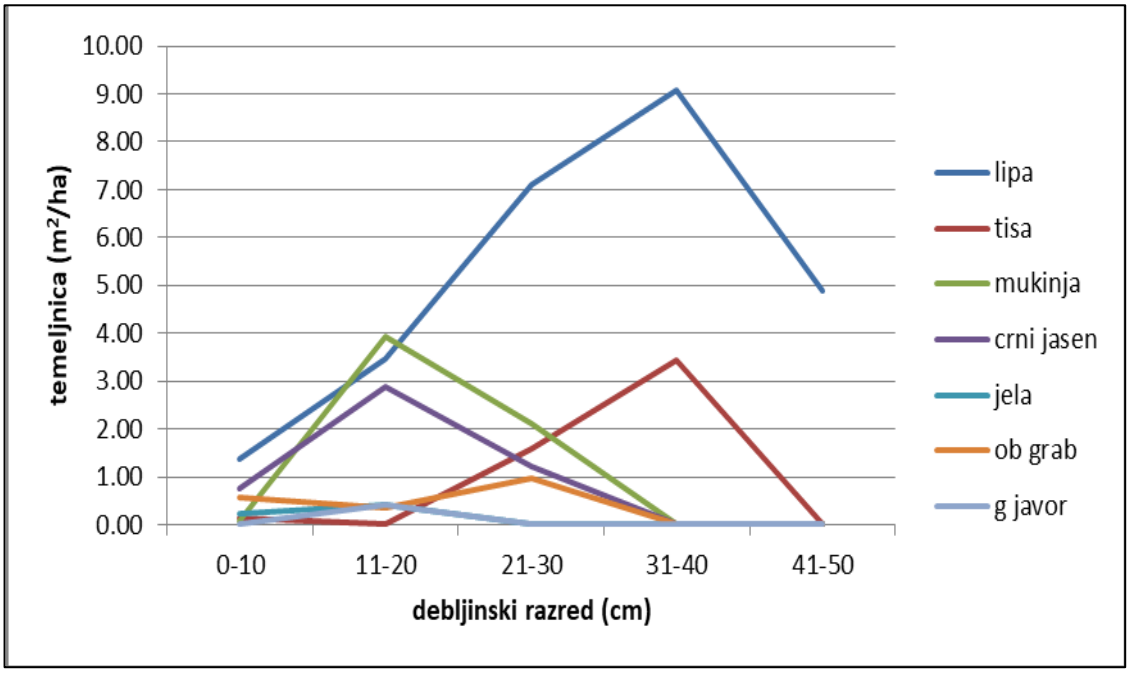


Grafikon 5: distribucija broja stabala po vrstama i debljinskim razredima na plohi 1

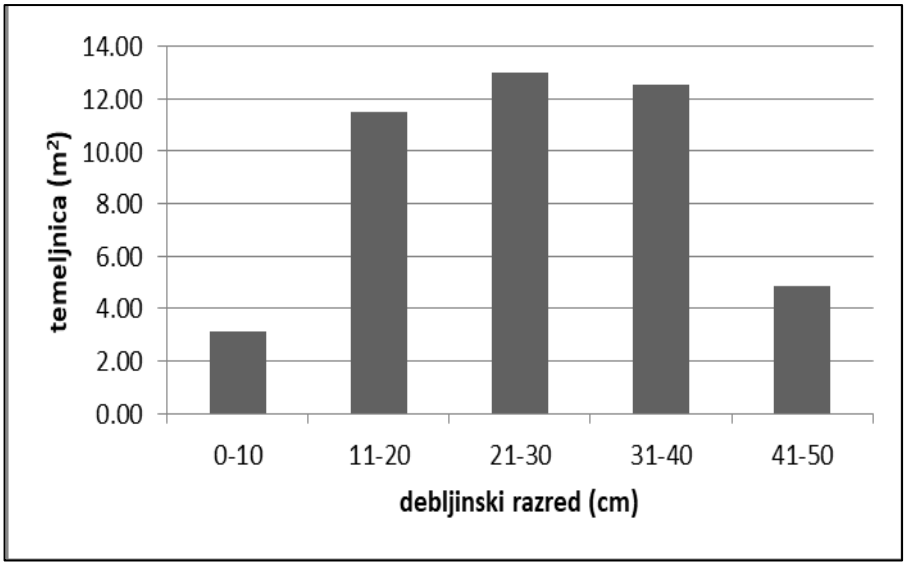


Grafikon 6: distribucija ukupnog broja stabala po debljinskim razredima na plohi 1

Temeljnica poprima zvonoliku distribuciju po debljinskim razredima. Najveći udio temeljnice po debljinskim razredima imaju stabla promjera 21 – 30 cm, a od vrsta lipa. Ukupna temeljnica po hektaru iznosi 44,99 m^2.

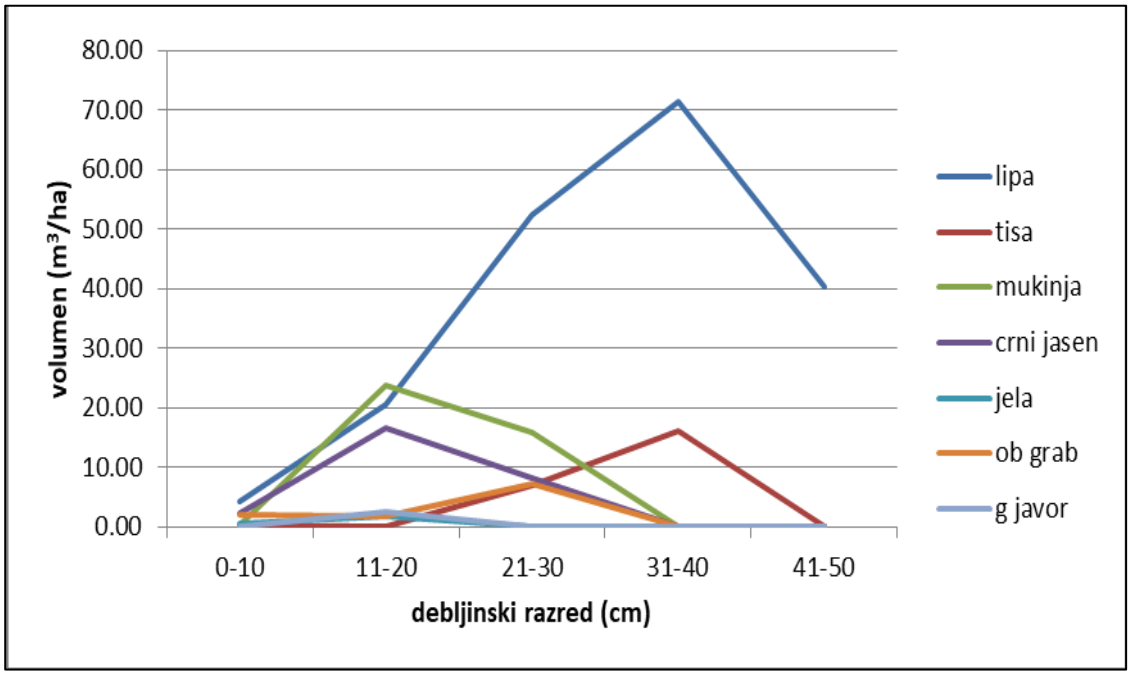


Grafikon 7: distribucija temeljnice po vrstama i debljinskim razredima na plohi 1

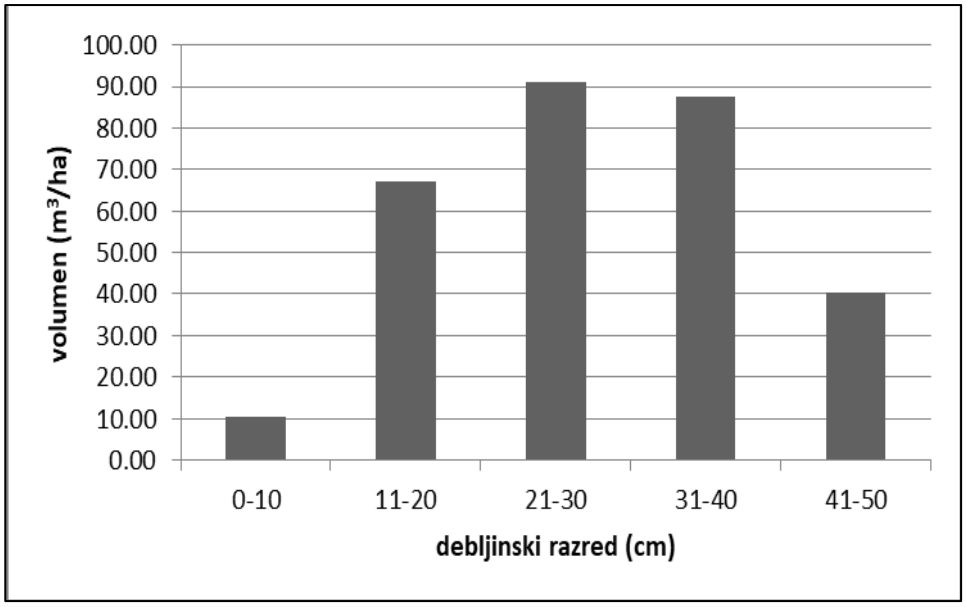


Grafikon 8: distribucija ukupne temeljnice po debljinskim razredima na plohi 1

Volumen po hektaru na plohi 1 iznosi 296,47 m^3/ha. Kao i temeljnica, drvna zaliha je raspoređena po Gaussovoj krivulji s najvećim udjelom razreda 21 – 30 cm. Od vrsta drveća u zalihi dominira lipa koja čini 63,74% volumena. Za njom slijedi mukinja sa 13,53%, dok tisa ima samo 8,02%.



Grafikon 9: distribucija volumena po vrstama i debljinskim razredima na plohi 1

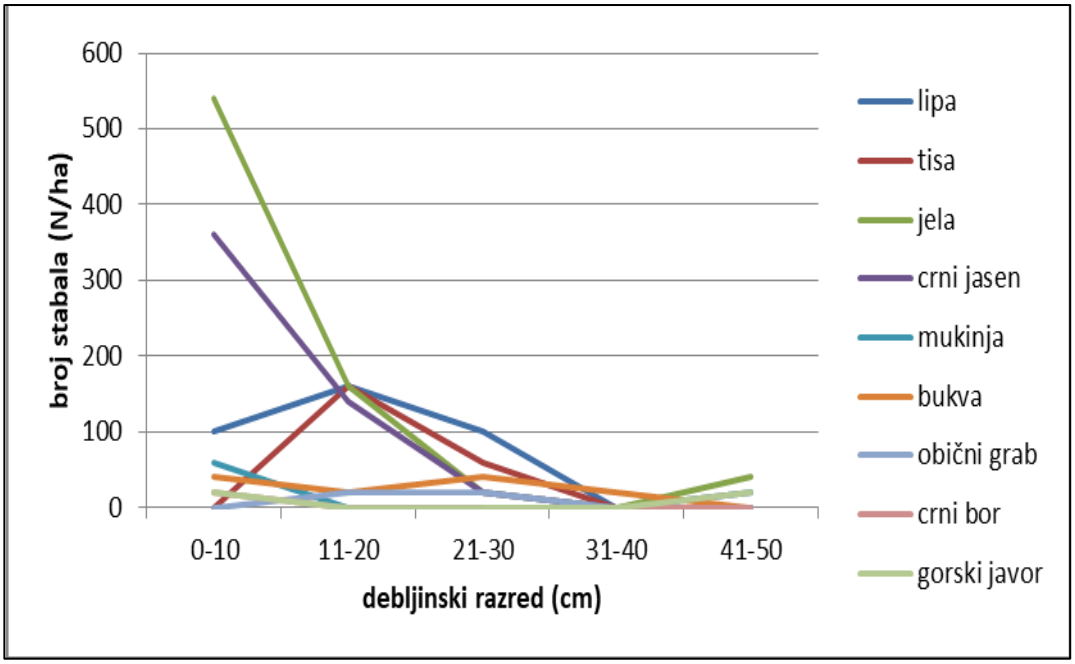


Grafikon 10: distribucija ukupnog volumena po debljinskim razredima na plohi 1

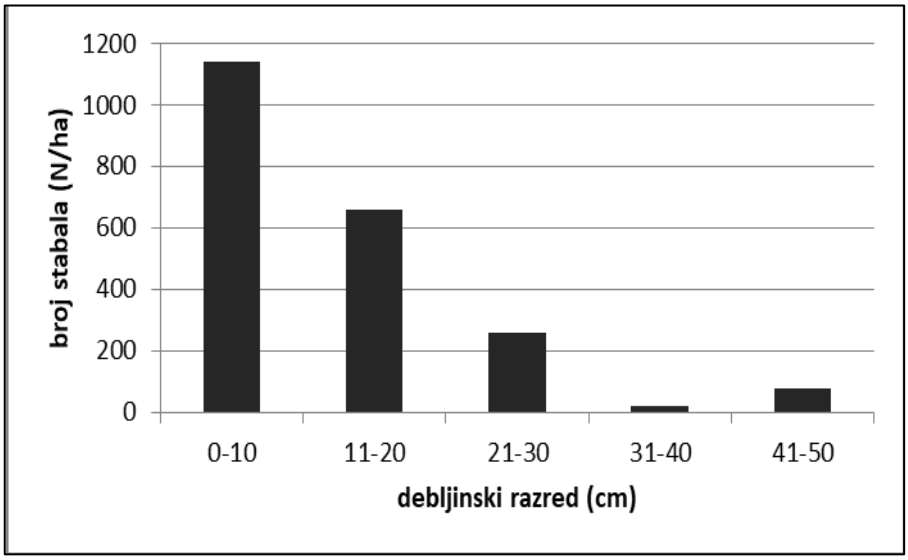
Budući da velelisna lipa tvori oko 60% zalihe, a s njom pridolazi još 6 vrsta drveća, nema nikakve sumnje da se radi o mješovitoj sastojini. Uzgojni oblik je visoki, ali su u smjesi zastupljena i stabala iz panja. Dob sastojine i stadij razvoja ne možemo odrediti jer se radi o prebornom gospodarenju. Oblik sklopa je vertikalni, a sklop je prekinut zbog razlomljenog terena i malih dimenzija stabala.

Ploha 2

Gustoća sastojine na plohi 2 iznosi ukupno 2160 stabala po hektaru. Broj stabala pokazuje padajuću distribuciju. Najbrojnija je vrsta obična jela, za njom crni jasen, te lipa. Treba napomenuti da na ovoj plohi izostaju stabla debljinskog razreda 31 – 40 cm, vjerojatno zbog malog uzorka. Dominantna etaža, koju čine lipa, jela, bukva i jedan gorski javor, tvori 64,91% drvne zalihe.Nuzgredna etaža sudjeluje s 27,32% zalihe, pa proizvodni dio sastojine čini 92,23% ukupne zalihe na ovoj plohi. Podstojna etaža ima 7,77% volumena. Obična jela jest brojna, ali većina toga otpada na mlada stabla promjera do 10 cm. S druge strane, 3 stabla jele koja se nalaze u dominantnoj etaži su vrlo velikih dimenzija.

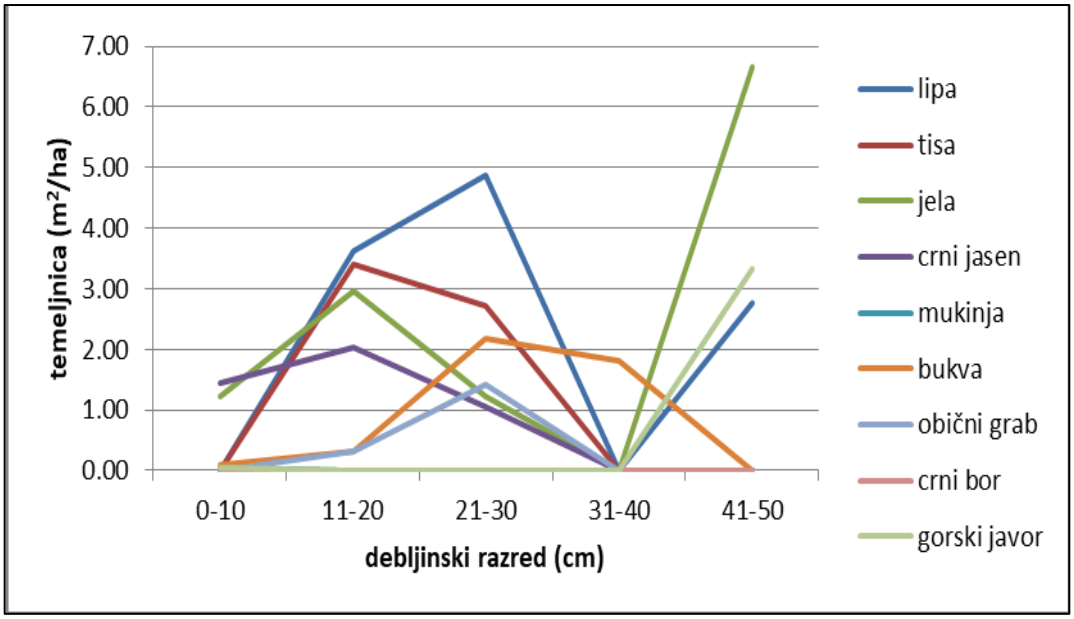


Grafikon 11: distribucija broja stabala po vrstama i debljinskim razredima na plohi 2

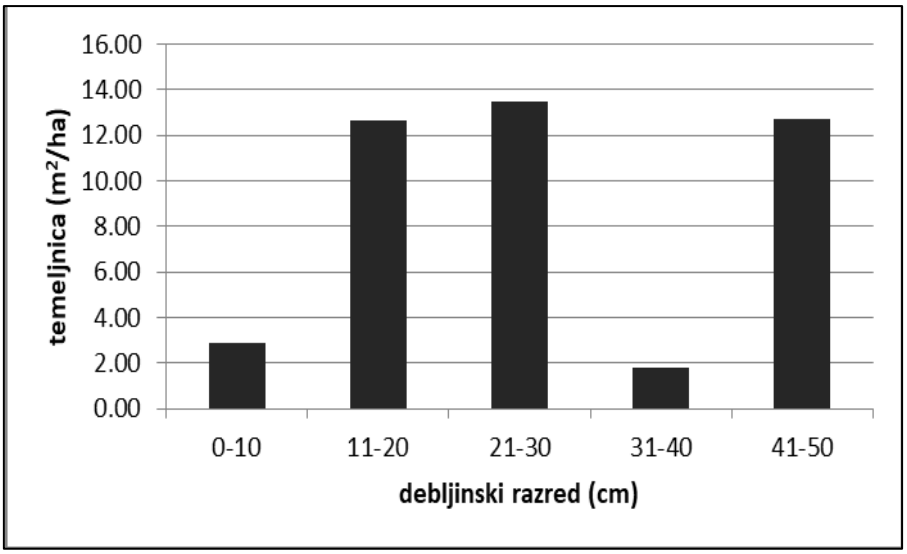


Grafikon 12: distribucija ukupnog broja stabala po debljinskim razredima na plohi 2

Temeljnicapokazuje nepravilnost distribucije po debljinskim razredima. U prva tri debljinska razreda čini se da se kreće prema zvonolikoj distribuciji, ali nedostatak podataka o razredu 31-40 cm i prisutnost manjeg broja vrlo velikih stabala u razredu 41-50 cm potuno mijenjaju sliku. Vrijednost temeljnice po hektaru iznosi 43,56 m2. Od toga najveći dio otpada na lipu i jelu. Prema debljinskom razredu, u temeljnici najviše sudjeluju stabla promjera 41-50 cm.

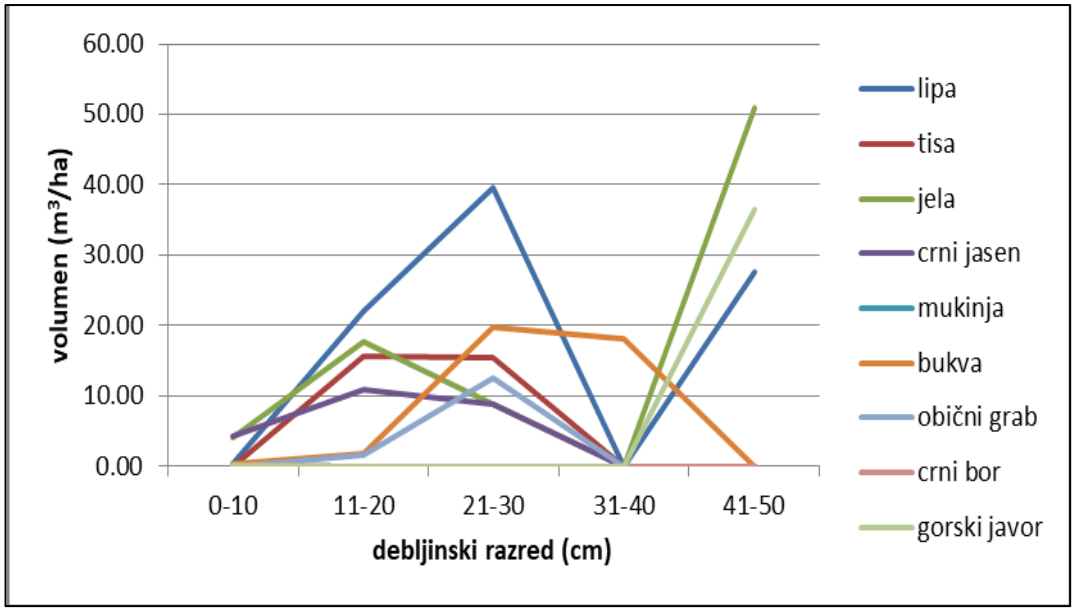


Grafikon 13: distribucija temeljnice po vrstama i debljinskim razredima na plohi 2

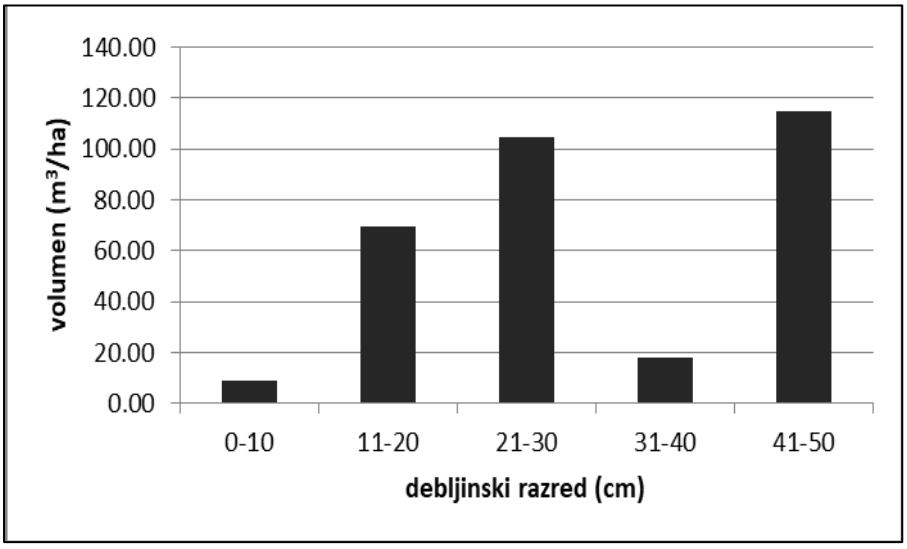


Grafikon 14: distribucija ukupne temeljnice po debljinskim razredima na plohi 2

Volumen po hektaru iznosi 316,59 m^3/ha. Pojedina velika stabla jele, bukve, lipe, te jedan javor, znatno utječu na distribuciju volumena po vrstama. Tako jela čini 25,77% zalihe, lipa 28,21%, bukva 12,63%, a javor 11,55. Tisa je brojnija na ovoj plohi nego na plohi 1. Distribucija volumena po debljinskim razredima nagnuta je prema desno, ali manjak podataka o razredu 31-40 cm remeti pouzdanost rezultata.



Grafikon 15: distribucija volumena po vrstama i debljinskim razredima na plohi 2



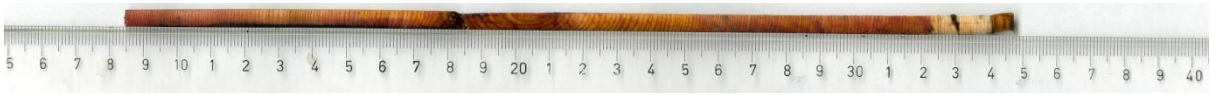
Grafikon 16: distribucija ukupnog volumena po debljinskim razredima na plohi 2

Sastojina na plohi 2 je mješovita i visokog uzgojnog oblika. Sklop je potpun do prekinut, a oblik sklopa preborni. Kao i na plohi 1, ne možemo govoriti o dobi razvojnom stadiju jer se ovim odjelom gospodari preborno. Nepravilnost u distribuciji broja stabala, temeljnice i volumena se može objasniti greškom u izboru terena za postavljanje pokusne plohe. Teren je ovdje manjeg nagiba i lakše pristupačan, ali sastojina je s dvije strane omeđena planinarskim stazama, pa je bilo teško uklopiti plohu. Zbog toga je i odabran pravokutan oblik plohe s dimenzijama 10x50 m, ali dulji kraj plohe je time završio u drugoj šumskoj zajednici jele i bukve, gdje se nalaze spomenuta stabla jele velikih dimenzija.

Analiza izvrtaka

Izvrtci su uzeti s po jednog stabla tise na svakoj plohi. Na plohi 1 je to bilo spomen-stablo Stara tisa prsnog promjera 26 cm i visine 9 m. Izvrtak je uzet s južne strane debla. Na plohi 2 je izvrtak uzet s jednog od tri stabla tise koja se nalaze na južnom uglu plohe. Njegove dimenzije su iznosile 26 cm prsnog promjera i 12,5 m visine, a izvrtak je također uzet s južne strane.

Obradom izvrtaka i brojanjem godova utvrđena je dob od oko 160 godina za oba stabla.



Slika 9: izvrtak s plohe 1



Slika 10: izvrtak s plohe 2

Mogućnosti gospodarenja – etat i intenzitet preborne sječe

Program gospodarenja za NPŠO Sljeme navodi da su obje istraživane sastojine, ona u odsjeku 9b i ona u odsjeku 5b, zaštitnog karaktera te da se u njima treba provoditi samo nužna sanitarna sječa. Međutim, treba uzeti u obzir mogućnost da na drugim lokalitetima postoje sastojine velelisne lipe i tise u sastavu gospodarskih šuma u kojima je potrebno provoditi šumskouzgojne radove. Stoga je uz pomoć podataka iz Programa gospodarenja izračunat intenzitet sječe i etat. Odsjek 9b se vodi kao zajednica jele i bukve, u njemu *Tilio-Taxetum* zauzima samo dio površine, pa podaci iz pripadajućeg O-3 obrasca nisu bili primjereni. Odsjek 5b pripada fitocenozi lipe i tise, a drvna zaliha koju navodi O-3 je bliža izmjerenoj u ovom istraživanju. Zato su za potrebe izračuna korištene vrijednosti volumena po hektaru i relativnog godišnjeg tečajnog prirasta preuzete iz obrasca O-3 za odsjek 5b.

Upotrijebljena je metoda određivanja etata prema formuli razlike zalihe prije i poslije sječe, poznatija kao metoda po Klepcu. Formula je izraza

$$E = M * \left(1 - \frac{1}{1{,}0p^{10}}\right) * f$$

gdje je E količina etata u m3/ha, M konkretna drvna zaliha (m3/ha), p relativni godišnji tečajni prirast u postotku, a f korelacijski faktor koji se dobiva kao razlika konkretne i normalne drvne zalihe. Ovdje je za vrijednost normalne drvne zalihe uzeta drvna zaliha iz O-3 obrasca za odsjek 5b. Ako pretpostavimo da će se preborna sječa vršiti u godini izmjere, konkretna drvna zaliha odgovara onoj izmjerenoj.
Korelacijski faktor f iznosi 1,10 za odsjek 9b i 1,17 za odsjek 5b. Drvna zaliha iz obrasca iznosi 270,35 m3/ha. U brojniku se nalazi ukupna drvna zaliha po hektaru (vidi tablice 3 i 5).

$$f_{9b} = \frac{296,47}{270,35} = 1,0966 \approx 1,10$$

$$f_{5b} = \frac{316,59}{270.35} = 1,1710 \approx 1,17$$

Ako u Klepčevu formulu uvrstimo zadane vrijednosti i postotak prirasta iz obrasca od 2,35%, dobit ćemo vrijednosti etata od 82,02 m3/ha za odsjek 9b i 93,53 m3/ha za odsjek 5b. To bi značilo da intenzitet preborne sječe za 9b iznosi 27,67%, a za 5b 29,54%. Budući da je intenzitet preborne sječe zakonom ograničen na najviše 25%, vidimo da su ovako dobiveni intenziteti preveliki. Ove sastojine imaju, prema Programu gospodarenja, normalan prirast (2-3%) ali malu drvnu zalihu, zbog čega dobivamo tako velike intenzitete.

$$E_{9b} = 296,47 * \left(1 - \frac{1}{1,0295^{10}}\right) * 1,10 = 82,02\ m3/ha$$

$$E_{5b} = 316,59 * \left(1 - \frac{1}{1,0295^{10}}\right) * 1,17 = 93,59\ m3/ha$$

$$I_{9b} = \frac{82,02}{296,47} * 100 = 27,67\%$$

$$I_{5b} = \frac{93,59}{316,59} * 100 = 29,54\%$$

ZAKLJUČAK

Šuma velelisne lipe i tise je je od početka istraživanja opisivana kao mješovita, a sastojine na Medvednici nisu iznimka. Velelisna lipa prevladava u broju stabala i volumenu po hektaru, dok je tisa prisutna u pomoćnom dijelu sastojine te rijetko u nuzgrednoj etaži proizvodnog dijela. Druge značajne vrste drveća su mukinja (*Sorbus aria*) i crni jasen (*Fraxinus ornus*), a u terminalnoj fazi razvoja obična jela (*Abies alba*) i bukva (*Fagus sylvatica*).

Iako su sastojine visokog uzgojnog oblika, prisutne su i skupine stabala lipe i mukinje koje su iz panja. Kako se na ovom lokalitetu nije gospodarilo, možemo zaključiti da su stabla iz panja nastala kad su stara stabla odumrla ili bila srušena zbog prirodnih nepogoda. Sklop i oblik sklopa razlikuju se ovisno o sindinamskoj fazi razvoja. U optimalnoj fazi koju predstavlja ploha 1, zajednica lipe i tise ima prekinut sklop vertikalnog oblika. U terminalnoj fazi na plohi 2, sklop je potpun do prekinut te poprima preborni oblik s izraženim pomlađivanjem obične jele.

Vidljivo je da se sindinamski razvoj ove zajednice na Medvednici kreće prema klimazonalnoj šumi jele i bukve. Kada bismo to željeli, bilo bi moguće prevesti lipovo-tisove šume u jelovo-bukove, barem na lokalitetrima gdje je zajednica u terminalnoj fazi. Međutim, ova je zajednica iznimno rijetka i znanstveno zanimljiva te jedno od posljednjih staništa tise. Sastojine zajednice *Tilio-taxetum* treba ili potpuno izdvojiti iz gospodarenja i prepustiti prirodnom razvoju, ili s njima oprezno gospodariti tako da se održi stabilnost i jedinstven sastav vrsta. Preborno gospodarenje bilo bi primjereno samo za sastojine u terminalnoj fazi razvoja. U optimalnoj fazi nema obične jele u sastavu vrsta, a i oblik sklopa te raspored po etažama upućuju na regularno gospodarenje. Određivanje etata za lipovo-tisovu šumu metodom po Klepcu nikako nije primjereno, jer su računski dobiveni intenziteti preborne sječe preveliki te iznad zakonske granice. Da bi se pronašao prikladan model računanja etata, bit će potrebna dodatna istraživanja.

LITERATURA

Anić, I., (2009.), *Uzgajanje šuma II: Predavanja, vježbe i terenska nastava za studente diplomskih studija šumarstva,* Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

Glavač, M., (1958.), *O šumi lipe i tise (*Tilieto- Taxetum*),* Šumarski list, 1-2/1958., pp. 21-27.

Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ (2019.), *O nama*[online], dostupno na: https://www.pp-medvednica.hr/ [25. Lipnja 2019.]

Kovačić, S. i Nikolić, T., (2008.), *Flora medvednice: 250 najčešćih vrsta Zagrebačke gore,* Zagreb: Školska knjiga d.d., Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Šumarski fakultet, (2013.), *Program za gospodarenja šumama posebne namjene nastavno pokusni šumski objekt Zagreb: Gospodarska jedinica „Sljeme“ 2013-2022.*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

Trinajstić, I., (2008.), *Prilog poznavanju rasprostranjenosti šume tise i lipe – As.* Tilio-

Taxetum *Glavač 1958 u Hrvatskoj,* Šumarski list, 1-2/2008., pp. 25-33.

Vukelić, J., (1998.), *Sveučilišna šumarska nastava u Hrvatskoj 1898-1998.: knjiga četvrta,* Zagreb: Sveučilište u Zagrbu, Šumarski fakultet

Vukelić, J., Mikac, S., Baričević, D., Bakšić, D., i Rosavec, R., (2008.), *Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj,* Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode

Vukelić, J., (2012.), *Šumska vegetacija Hrvatske,* Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode