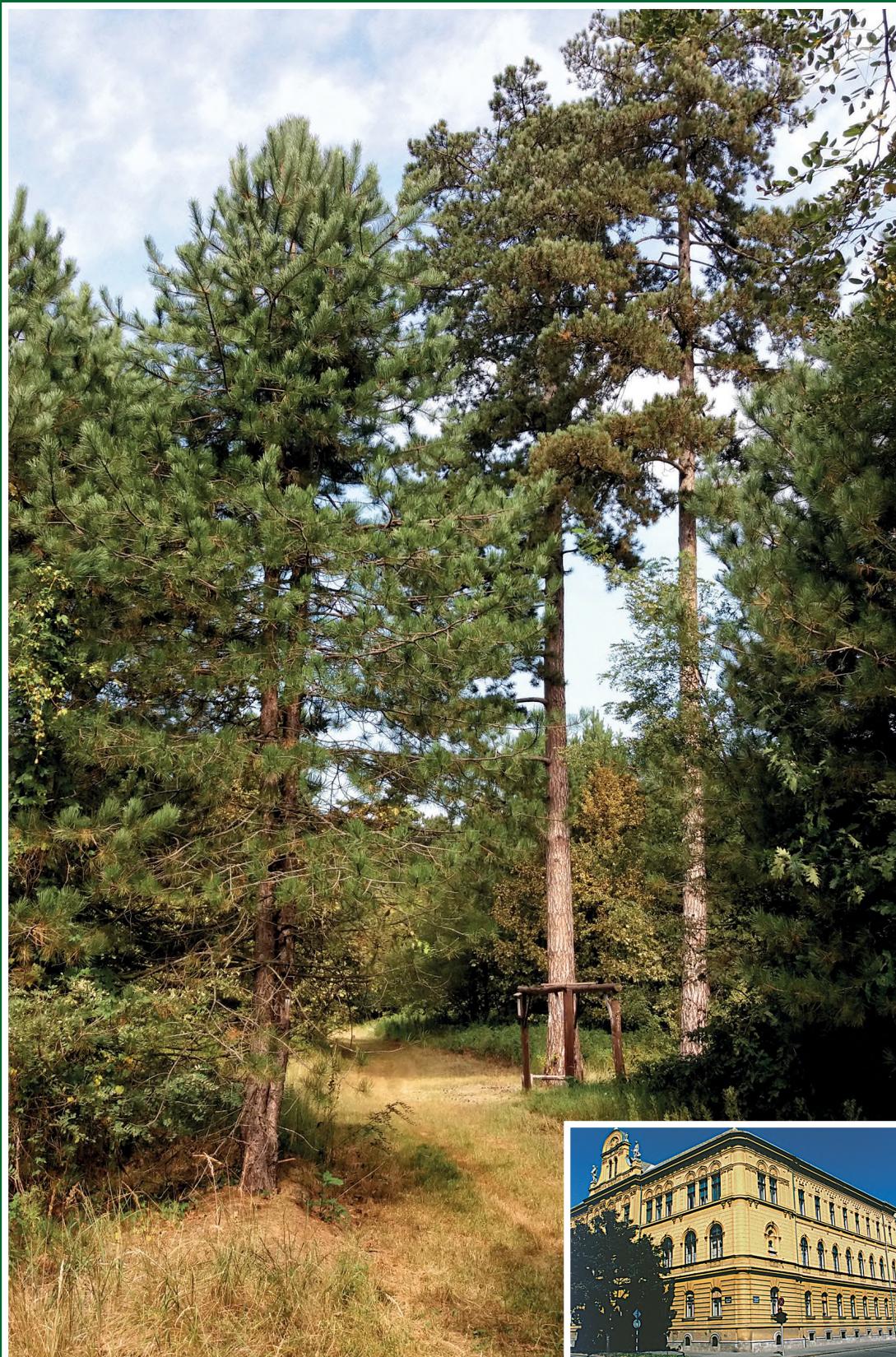


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



9-10

GODINA CXLIV
Zagreb
2020



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

CROATIAN FORESTRY SOCIETY

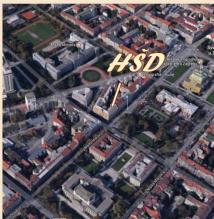
članica
HIS

O DRUŠTVU
ČLANSTVO

stranice ogranača:
BJ DE GO KA SI SP ZA

PRO SILVA CROATIA
SEKCIJA ZA BIOMASU
SEKCIJA ZA ŽAŠTU ŠUMA
EKOLOŠKA SEKCIJA
SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I
REKREACIJU

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI



aktivna karta Zagreb
Trg Mažuranića 11
tel: +385(1)4828359
fax: +385(1)4828477
mail: hsd@sumari.hr

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

**174. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 2800 članova**

ŠUMARSKI LIST

**144. godina neprekidnog izlaženja
1096 svezaka na 83596 stranica
16062 članaka od 3082 autora**

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

**4334 naslova knjiga i časopisa
na 26 jezika od 2938 autora
izdanja od 1732. do danas**



Naslovna stranica – Front page:

Park šuma Borik, Đurđevac, Hrvatska
(foto: Zvonimir Ištvan)

Borik Park Forest, Đurđevac, Croatia
(Photo: Zvonimir Ištvan)

Naklada 1660 primjeraka

Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA

HR-10000 Zagreb
Trg Mažuranića 11

Telefon: +385(1)48 28 359,
Fax: +385(1)48 28 477
e-mail: urednistvo@sumari.hr

Šumarski list online:
www.sumari.hr/sumlist

Journal of forestry Online:
www.sumari.hr/sumlist/en

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Suizdavač:
Hrvatska komora inženjera šumarstva
i drvene tehnologije
Finansijska pomoć Ministarstva znanosti
obrazovanja i sporta

"Izdavanje ovog časopisa sufinanciralo
je Ministarstvo poljoprivrede sredstvima
naknade za korištenje općekorisnih
funkcija šuma. Ovdje navedeni stavovi
ne moraju nužno odražavati stavove
Ministarstva poljoprivrede"

"The publication of this journal was
co-financed by the Ministry of Agriculture
with funds collected from the tax
on non-market forest functions.
The opinions expressed here do not
necessarily reflect the views
of the Ministry of Agriculture".

Publisher: Croatian Forestry Society –
Editeur: Société forestière croate –
Herausgeber: Kroatischer Forstverein

Grafička priprema:
LASERplus d.o.o. – Zagreb
Tisk: CBprint – Samobor

ŠUMARSKI LIST

Znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva
 Journal of the Forestry Society of Croatia – Zeitschrift des Kroatischen Forstvereins
 – Revue de la Societe forestiere Croate

Uređivački savjet – Editorial Council:

- | | | |
|-------------------------------------|--|--|
| 1. Akademik Igor Anić | 12. Marina Juratović, dipl. ing. šum. | 23. Dr. sc. Sanja Perić |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum. | 13. Mr. sc. Petar Jurjević | 24. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr. sc. Boris Belamarić | 14. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum. | 25. Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. |
| 4. Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić | 15. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 26. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 5. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 16. Danijela Kučinić, dipl. ing. šum. | 27. Ante Taraš, dipl. ing. šum. |
| 6. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 17. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Akademik Slavko Matić | 29. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 8. Mr. sc. Josip Dundović | 19. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 30. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 9. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 20. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. | 31. Doc. dr. sc. Dinko Vusić |
| 10. Goran Gobac, dipl. ing. šum. | 21. Damir Nuić, dipl. ing. šum. | 32. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 11. Mr. sc. Ivan Grginčić | 22. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. | 33. Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum. |

Urednički odbor po znanstveno-stručnim područjima – Editorial Board by scientific and professional fields

1. Šumske ekosustav – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,

urednik područja – *Field Editor*

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Jozo Franjić,

Šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća
Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,

Dendrologija – *Dendrology*

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,

Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –
Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Darko Bakšić,

Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –
Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,

Lovstvo – *Hunting Management*

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,

urednik područja – *Field Editor*

Silviktura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković,

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –
Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

Dr. sc. Sanja Perić,

Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić,

Melioracije krša, šume na kršu –
Karst Amelioration, Forests on Karst

Akademik Igor Anić,

Uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –
Natural Forest Silviculture, Urban Forests

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,

Opća i krajobrazna ekologija, općekorisne funkcije šuma –
General and landscape ecology, Non-Wood Forest Functions

Doc. dr. sc. Damir Drvodelić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky,

urednik područja – *Field Editor*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Tibor Pentek,

Šumske prometnice – *Forest Roads*

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,

Mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Prof. dr. sc. Tomislav Sinković,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,
urednik područja –field editor
Fitofarmacija u zaštiti šuma –
Plant protection products in forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,
Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

Prof. dr. sc. Danko Diminić,
Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

Dr. sc. Milan Pernek,
Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić,
Zaštita od sisavaca (mammalia) –
Protection Against Mammals (mammalia)

Mr. sc. Petar Jurjević,
Šumski požari – *Forest Fires*

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,
urednik područja –field editor
Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Mario Božić,
Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Doc. dr. sc. Mario Ančić,
Izmjera terena s kartografijom –
Terrain Mensuration with Cartography

Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,
Biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

6. Uređivanje šuma i šumarska politika – Forest Management and Forest Policy

Prof. dr. sc. Jura Čavlović,
urednik područja –field editor
Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Posavec,
Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu –
Forest Economics and Marketing in Forestry

Prof. dr. sc. Ivan Martinić,
Šumarska politika i management – *Forest policy and management*

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.,
Informatika u šumarstvu – *Informatics in Forestry*

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.,
Staleške vijesti, bibliografija, šumarsko zakonodavstvo,
povijest šumarstva – *Forest-Related News, Bibliography, Forest Legislation, History of Forestry*

Članovi Uređivačkog odbora iz inozemstva – Members of the Editorial Board from Abroad

Prof. dr. sc. Vladimir Beus, Bosna i Hercegovina –
Bosnia and Herzegovina

Prof. dr. sc. Vjekoslav Glavač, Njemačka – *Germany*

Doc. dr. sc. Boštjan Košir, Slovenija – *Slovenia*

Prof. dr. sc. Milan Saniga, Slovačka – *Slovakia*

Doc. dr. sc. Radek Pokorný, Češka Republika – *Czech Republic*

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lector

Dijana Sekulić-Blažina

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

Znanstveni članci podliježu međunarodnoj recenziji. Recenzenti su doktori šumarskih znanosti u Hrvatskoj, Slovačkoj i Sloveniji, a prema potrebi i u drugim zemljama zavisno o odluci uredništva.

Na osnovi mišljenja Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske, „Šumarski list“ smatra se znanstvenim časopisom.

Časopis referiraju: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske (Hrčak) i dr.

Scientific articles are subject to international reviews. The reviewers are doctors of forestry sciences in Croatia, Slovakia and Slovenia, as well as in other countries, if deemed necessary by the Editorial board.

Based on the opinion of the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia, „Forestry Journal“ is classified as a scientific magazine.

Articles are abstracted by or indexed in: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal of scientific journal of Croatia (Hrčak) et al.

SADRŽAJ

CONTENTS

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630* 270 + 232.1 (001)	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.1	
Marić M., I. Vitasović-Kosić	
Horticultural species of the island of Lokrum in the period of archduke Maximilian of Habsburg (1859–1869) and their current state – Hortikultурне vrste lokrumskih vrtova u periodu nadvojvode Maksimilijana Habsburškog (1859.–1869.) i njihovo sadašnje stanje	443
UDK 630* 561 (001)	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.2	
Bobinac M., S. Andrašev, N. Šušić, A. Bauer-Živković, Đ. Jorgić	
Growth and structure of Italian alder (<i>Alnus cordata</i> /Loisel./ Duby) linear plantation at age 11 and 16 years at Fruška gora (Serbia) – Rast i struktura linijskog zasada talijanske johe (<i>Alnus cordata</i> /Loisel./ Duby) u dobi 11 i 16 godina na Fruškoj gori (Srbija).	455
UDK 630* 232.3 (001)	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.3	
Erdoğan Genç H., A. Ö. Üçler	
Seed dormancy removal treatments and germination characteristics of <i>Acer traubvetteri</i> Medvedev seeds – Metode savladavanja dormantnosti i značajke klijavosti sjemena vrste <i>Acer traubvetteri</i> Medvedev	465

Prethodna priopćenja – Preliminary communications

UDK 630* 272	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.4	
Vidaković A., M. Idžočić, T. Mogyery, D. Turk, I. Poljak	
Park kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu – drvenaste biljke – Kralj Petar Krešimir IV. park in Zagreb – woody plants	475
UDK 630* 226	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.5	
Benko M.	
Sustavna praćenja konverzije sadnicama hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) i kitnjaka (<i>Quercus petraea</i> L.) s obzirom na različit način sadnje – Systematic monitoring of the conversion of Pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.) and Sessile oak (<i>Quercus petraea</i> L.) seedlings with regard to different planting methods.....	485

Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 832 + 836	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.6	
Bego M.	
Od šume do intarzije – From forest to marquetry	497
UDK 630* 307	
https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.7	
Poršinsky T., J. Matas, D. Horvat, A. Đuka	
Pneumatički kotači šumskih vozila – Tyres of forestry vehicles.	509

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:	
Krivokljuna prutka (<i>Tringa nebularia</i> Gunn.)	523
Franjić J.:	
Popularizacija hrvatske flore	
Osmerolatični drijas (<i>Dryas octopetala</i> L., Rosaceae)	524
Kranjčev R.:	
Zapis iz hrvatskih šuma (8)	
Miksomiceti – vrste i raširenost	525

Iz HŠD-a – From the Croatian forestry association

Delač D.:	
Zapisnik 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2020. godine, održane u Šumarskom domu 9. lipnja 2020. godine s početkom u 11,00 sati	527

In memoriam

Šušnjar M.:	
Prof. dr. sc. Stanislav Sever (5.2.1935.–8.8.2020.)	531

RIJEČ UREDNIŠTVA

KAKO GOSPODARI MO ŠUMAMA MALIH VLASNIKA/ POSJEDNIKA U RH

O stanju privatnih šuma u RH u nekoliko smo navrata pisali u Uvodnicima Šumarskog lista, a 2017. godine „Stanje privatnih šuma u Republici Hrvatskoj“ bila je stručna tema povodom obilježavanja Dana hrvatskoga šumarstva.

Prema podacima Šumskogospodarske osnove područja Republike Hrvatske iz 2016. godine, površina šuma i šumskih zemljišta u RH iznosi 2 759 039,05 ha. Od ukupne površine u državnom je vlasništvu 2 097 318 ha (76 %), a 24 %, tj. 661 721 ha u vlasništvu je privatnih šumovlasnika.

Članak 14. Zakona o šumama definira prema površini šuma i šumskog zemljišta privatne šumoposjednike na male s površinom šuma i/ili šumskog zemljišta do 20 ha, srednje s površinom šuma i/ili šumskog zemljišta većom od 20, a manjom od 300 ha i velike šumoposjednike s površinom šuma i/ili šumskog zemljišta većom od 300 ha.

Prema toj klasifikaciji preko 99 % površina šuma i šumskog zemljišta pripada malim šumoposjednicima, njih 418 654, što daje prosječnu veličinu posjeda od 0,5 ha.

Kao što ste već u uvodnom dijelu mogli zamijetiti, miješaju se pojmovi šumovlasnik i šumoposjednik, što je rezultat dvojnog vođenja zemljišnih knjiga kroz gruntovnicu i katastar, a njihova nesređenost otežava definiranja stvarnih odnosa. Rješavanje problema uređenja imovinsko-pravnih odnosa uvijek naglašavamo kao prioritet i prvi preduvjet stvaranja organiziranog društva. Isto tako vrijeme je da jasno razlučimo namjenu i korištenje šumskog i poljoprivrednog zemljišta. Od vremena Austro-ugarske monarhije, kada je napravljena prva razdioba, usprkos brojnim zakonskim odredbama, to još nismo učinili. Tako je primjerice velik dio šuma u privatnom vlasništvu nastao obraštanjem poljoprivrednog zemljišta, koje se još uvijek u zemljišnim knjigama vodi kao livada, pašnjak ili oranica.

Istovremeno na apsolutnom šumskom zemljištu u državnim šumama podižemo maslinike i vinograde ili izdajemo dozvole za pašarenje???

Povjesne okolnosti definirale su danas izuzetno male posjede šumskog zemljišta u privatnom vlasništvu koji ne omogućuju kontinuirani prihod vlasnicima, već se jednokratnim zahvatom pokušava izvući što veća financijska korist bez pridržavanja potrajanosti, osnovnog načela u šumarstvu.

Svijest o potrebi funkcionalnog udruživanja i planiranja šumskouzgojnih zahvata na razini odjela i odsjeka kod naših šumovlasnika nažalost još nije zaživjela, pa se usprkos tomu što za većinu privatnih šuma imamo izrađene pro-

grame gospodarenja, ono se u praksi svodi na nepovezane zahvate na pojedinim česticama.

U privatnim šumama malih posjednika sve se češće događaju kriminalne radnje vezane za sjeću bez doznake, krađu, izvođenje radova pridobivanja drveta od neregistriranih ili nelicenciranih izvođača, nekontrolirano stavljanje drveta u promet, nelegalna trgovina drvetom itd. Nepostojeća jasna i transparentna (tržišna) politika formiranja cijena drveta u Hrvatskoj pogoduje raznim preprodavačima, a vrijedna sirovina bez ikakve kontrole obično završava na stranom tržištu.

Sve to navodi nas na razmišljanje o odgovornosti, države kao zakonodavca i njenog odnosa prema toj kategoriji privatnog vlasništva, ali i općeg dobra zaštićenog Ustavom RH.

Postavimo ovdje pitanje odgovornosti cijele šumarske struke i njenih institucija, kao i naših kolega ovlaštenih inženjera koji često na terenu provode doznaku, ili otpremu, po načelu „od nečega se mora živjeti“. Ako svi, kao što to čini struka, zažimirimo pred ovim problemom, teško da ćemo se u budućnosti moći hvaliti tradicijom potrajnog i prirodnog gospodarenja našim šumama.

Prvi preduvjet uvođenja reda u privatnim šumama malih posjednika je organiziranje čuvarske službe. Prema aktualnom ZOŠ-u čuvanje šuma prepušteno je vlasnicima, što je s obzirom na njihovo stanje i dobnu strukturu praktički neprovedivo, ili je dana mogućnost da to obavljaju Udruge šumoposjednika, što se opet u praksi rijetko događa.

Kroz povijest uvijek su postojali čuvari šume, bili to općinski (sreski) lugari do sredine 20. stoljeća ili su to donedavno kod nas obavljali djelatnici Hrvatskih šuma.

Kako bi riješili ovu situaciju postoji nekoliko opcija:

- ⇒ Vratiti nadležnost Hrvatskih šuma d.o.o. preregistracijom ove tvrtke.
- ⇒ Osigurati provođenje čuvarske službe kroz lokalnu samoupravu, kao što je to bilo propisano prethodnim ZOŠ-om, no u praksi nije bilo sprovedeno.
- ⇒ Osnovati „Šumsku policiju“ s jasnim ovlastima koja će osigurati red i sprječiti kriminalne radnje.
- ⇒ Osnovati Državnu instituciju (agenciju) za šume, koja bi provodila javne ovlasti i interesne neovisno o vlasništvu nad šumama i omogućila bi smisleno i sveobuhvatno planiranje i gospodarenje šumama na svim razinama.

EDITORIAL

HOW DO WE MANAGE FORESTS OF SMALL OWNERS/HOLDERS IN THE REPUBLIC OF CROATIA

The status of private forests in the Republic of Croatia has been treated in the Editorial section of the Forestry Journal on several occasions, and in 2017 "The status of private forests in the Republic of Croatia" was a topic discussed at the Day of Croatian Forestry.

According to the Forest Management Plan of the Republic of Croatia from 2016, forests and forestland in Croatia cover 2,759,039.05 ha. Of the overall area, state owned forests account for 2,097,318 a (76 %), while privately owned forests account for 661,721 ha (24 %).

Article 14 of the Law on Forests classifies private forest owners into three groups: small owners with forests and/or forestland of up to 20 ha, medium owners with forests and/or forestland of more than 20 ha but less than 300 ha, and large forest owners with forest area and/or forestland exceeding 300 ha.

According to this classification, over 99 % of the area of forests and forestland are owned by small forest owners (418,654 owners), which means that the average size of the forest property is 0.5 ha.

As you may have noticed in the introductory part, there is an ambiguity relating to the terms forest owner and forest holder, which is the result of the dual keeping of land books through the land register and cadastre. Their unsettled status makes it more difficult to define real relationships. We always stress that the regulation of property-legal relations is the priority and the first precondition for creating an organized society. We must also make a clear distinction between the purpose and the use of forest and agricultural land. The first division was made during the Austro-Hungarian monarchy, but despite numerous legal provisions we have not yet done so since. Thus, for example, a large part of privately owned forests came into being by agricultural land being overgrown, but in land registers they are still registered as meadows, pastures, or ploughland. At the same time, we raise olive groves and vineyards or issue permits for grazing over an absolute forest land in state forests ???

Due to historical circumstances, there are exceptionally small areas of forestland in private ownership today, and as such they do not ensure continuous income to their owners. Instead, there is an attempt to derive as much financial profit as possible through one operation without adhering to the principle of sustainability, the fundamental principle in forestry.

The awareness of the need to functionally merge and plan silvicultural treatments at the level of compartments and sub-compartments has regrettably not yet taken root among Croatian forest owners. Therefore, despite the fact that management plans have been drawn for most private forests,

in practice management is reduced to disconnected operations in individual plots.

Private forests of small forest holders are witnessing an increase in criminal actions such as felling without marking, theft, timber extraction by unregistered or unlicensed contractors, uncontrolled placing of timber on the market, illegal timber trade, etc. The absence of clear and transparent (market) price forming policy in Croatia favours various resellers, while valuable raw material, usually without any control, ends up on foreign markets.

All this makes us think about the responsibility of the state as a legislator and its attitude towards this category of private property, but also towards the common good protected by the Constitution of the Republic of Croatia. Let us also tackle the responsibility of the entire forestry profession and its institutions, as well as our colleagues, certified engineers, who mark trees or dispatch timber in the field guided by the principle "one must have something to live on". If we, as a profession, turn a blind eye to this problem, we will hardly be able to boast in the future of the tradition of sustainable and close-to-nature management of our forests.

The first precondition for installing the order in private forests of small holders involves setting up a guard service. According to the valid Law on Forests, the guarding of forests is the responsibility of their owners, which is practically unfeasible given their condition and age structure, or this could be done by forest owners' associations, which again rarely happens in practice.

Throughout history there have always been forest guards. Until the mid-20th century they were municipal (regional) forest rangers, and until very recently this job was performed by employees of the company Croatian Forests.

There are several options which might solve this situation:

- ⇒ Restore the jurisdiction of Croatian Forests Ltd by re-registering the company.
- ⇒ Implement guard services through local self-government bodies, similar to the regulations set down in the previous Law on Forests; however, this was not applied in practice.
- ⇒ Establish a "Forest Police" service with clearly defined powers to ensure order and prevent criminal activities.
- ⇒ Establish a State Forest Institution (Agency), which will exercise public powers and promote interests independently of forest ownership, as well as enable meaningful and comprehensive planning and management at all levels.

HORTICULTURAL SPECIES OF THE ISLAND OF LOKRUM IN THE PERIOD OF ARCHDUKE MAXIMILIAN OF HABSBURG (1859–1869) AND THEIR CURRENT STATE

HORTIKULTURNE VRSTE LOKRUMSKIH VRTOVA U PERIODU NADVOJVODE MAKSIMILIJANA HABSBURŠKOG (1859.–1869.) I NJIHOVO SADAŠNJE STANJE

Mara MARIĆ¹, Ivana VITASOVIĆ-KOSIĆ²

SUMMARY

This research, conducted within the ornamental gardens of the Island of Lokrum and based on the original archival documents from Trieste State Archives (AST) and Austrian State Archives (OeStA) in Vienna, was aimed at creating the first unique list of horticultural plant taxon planted on the island during the reign of the Archduke Ferdinand Maximilian Habsburg (1859–69). The research identified 213 taxa, including 184 species, 4 varieties, 8 hybrids and 17 cultivars. There were 193 allochthonous taxa, mostly originating from Central and South America (66), including 47 Asian species, 21 Australian species, 17 African species and 13 South American species. The Archive lists 20 taxa autochthonous in Croatia. While the number of the autochthonous taxa had apparently been higher, the historical documents have mostly recorded only the introduction of exotics. At that time, the following taxa were for the first time introduced in this part of the Adriatic, on the Island of Lokrum: *Ananas comosus*, *Musa x paradisiaca*, *M. acuminata*, *Eucalyptus diversifolia*, *E. globulus*, *Araucaria araucana*, *A. columnaris*, *A. angustifolia*, *A. bidwillii*, *A. cunninghamii*, *Bougainvillea spectabilis* and *Citrus reticulata*. At the location of the ornamental gardens, 51 ornamental allochthonous taxa and 20 autochthonous taxa were identified today. Within this number, only 21 allochthonous taxa and 9 autochthonous taxa remain present since the period of Maximilian. According to the 2018–2019 inventory, 71 taxa have been inventoried within the ornamental gardens on Lokrum, belonging to 43 families and 64 genera. Due to lack of intensive maintenance of the gardens, the majority of allochthonous, exotic species failed to survive within the autochthonous island vegetation. The list of taxa from Maximilian's gardens presented in this paper and retrieved from the archival sources, will be the starting point of the restoration process that awaits these gardens.

KEY WORDS: gardens of the Island of Lokrum, Dubrovnik, Maximilian von Habsburg, introduction, allochthonous horticultural species, botanical analysis

INTRODUCTION UVOD

The Island of Lokrum is located in direct vicinity of the historical core of Dubrovnik, only 600 metres away from the

city port. The historical documents show that very early on, olive trees and vines were cultivated on the island, which was attributed to the Benedictine monks who resided there from 11th century until late 18th century (De Diversis 2007,

¹ Assistant Professor Mara Marić, mara.maric@unidu.hr, University of Dubrovnik, Department for Mediterranean Plants, Marka Marojeća 4, 20.000 Dubrovnik.

² Assistant Professor Ivana Vitasović Kosić, ivitasovic@agr.hr, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Botany, Svetosimunska cesta 25, 10.000 Zagreb.

Razzi 2011, The Statute of the City of Dubrovnik 1272). The very name of the island is considered to be derived from the Latin *acrumen*, *acruminis* (Skok 1950), which stands for fruit with a sharp or sour taste (Du Cange et al. 1883). It is assumed that the first introduction of citrus fruits in the area of the former Dubrovnik Republic took place on the Island of Lokrum (Šišić 1989a).

In the context of cultivation on the island, the most intensive period is the one of the second half of the 19th century, when the island belonged to the Archduke Ferdinand Maximilian, member of Habsburg-Lothringen dynasty (1832–1867). The idea behind the acquisition of Lokrum was Maximilian's intention to introduce the exotic species collected in different parts of the world, which, due to adverse climatic conditions, could not thrive in the far north of the Adriatic, in the park of Maximilian's residence of Miramar (Dorsi 1986). The main idea was to carry out the introduction of exotic species within the natural autochthonous island vegetation, which would protect the exotics from the wind, salt sediment and temperature oscillations. At that time, it was a common practice in European imperial houses to cultivate exotic vegetation within protected facilities. A prominent European and Croatian botanist Roberto de Visiani made inventory of introduced horticultural species, evaluated those works at Lokrum as successful and gave references to continue the process (De Visiani 1863).

After that period there are no published works on the theme of monitoring of the introduced plants from Maximilian's time. During his visit to Lokrum in early 20th century, Hirc (1905) pointed out that the plants were brought from Italy, Africa, India, Mexico and Brazil. Adamović (1911) wrote about poor maintenance of Maximilian's ornamental gardens. Neglected ornamental gardens from Maximilian's period were also the topic of a landscape architect Arnold (1983) in 30's of the 20th century, who emphasised the specimens of *Araucaria imbricata* and *A. excelsa*.

One of the earliest typological classifications of gardens surrounding the monastery and Maximilian's mansion placing them to the category of ornamental gardens, is the one dating from 1959, made within the vegetation survey of the Island of Lokrum (Horvatić 1959). Since the 50's of the 20th century, Šišić took interest in Lokrum as both, researcher and landscape designer (Šišić 1968, 1989a, 1989b, 2001, 2003a). The comparative analysis of exotic species of trees and shrubs of Lokrum and Arboretum Trsteno was made in 1997 (Đurasović 1997), but he also included the species in the Lokrum botanical garden. In 2002, an inventory of species was carried out within the Benedictine monastery and Maximilian's tower (Kapović 2002). Recently, horticultural and dendrological species within the monastery and the access section of Maximilian's gardens were inventoried (own research 2018, 2019). The project of the cultivated plants cadastre for the entire island has also been recently initiated (Hudina et al. 2019).

The objective of this paper is to use the available archival sources from the Trieste State Archives (AST) and Austrian State Archives (OeStA) in Vienna to create the first comprehensive list of horticultural species planted within the ornamental gardens of Lokrum in the period of Maximilian's reign (1859–1869) and determine the extent to which the horticultural species planted in Maximilian's time have been preserved until the present day. At the same time, this is the first research based on the archival data found on the species planted on the Island of Lokrum. For the purpose of this research, the horticultural species mean not only the lists of ornamental species of trees and shrubs, but also vegetables, fruits and herbaceous perennials planted in this period. Many of the ornamental species planted since that time belonged to the category of the so-called exotics. The phrase exotics or exotic species, which is not a botanical term or category, but a popular term, refers to foreign decorative species of unusual and attractive appearance, usually imported from tropical and subtropical areas (Kovačević 2012). For the purpose of this paper, preservation relates to the presence of the species, but not to its age.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

Research area – *Područje istraživanja*

The total surface of the island is 72 hectares. Due to its natural values, the island was put under protection already in 1949 as a Protected Natural Area, and in 1976 as a Special Forest Vegetation Reserve. The island belongs to Natura 2000 ecological network (HR40000017). Because of its valuable architectural heritage, the entire island was included to the list of UNESCO World Heritage Sites in 1979, together with the historical core of Dubrovnik. The ornamental gardens with the species planted in direct vicinity of the monastery, are subject to the provisions of the General Urban Development Plan of the City of Dubrovnik, i.e. they belong to the zone A – complete protection of historical structures (Official Gazette of the City of Dubrovnik 10/05, 10/07, 8/12, 03/14, 07/16, 09/17).

In terms of its climate, Lokrum is characterised by the climate typical for the coasts of the Mediterranean, subtype Csa according to Köppen (Šegota and Filipčić 2003). It features mild winter and hot, dry and sunny summer with precipitation in the driest summer month three times lower than in the rainiest month of winter. However, there are certain winter periods with stormy winds and heavy persistent rain and cold (temperature minimum for Dubrovnik is -7.0°C) (Makjanić and Volarić 1989).

In terms of vegetation and geography, Lokrum belongs to the Eumediterranean area of evergreen forests and macchia of the order of *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936 (Ilijanić and Hećimović 1989). The natural forest stand of

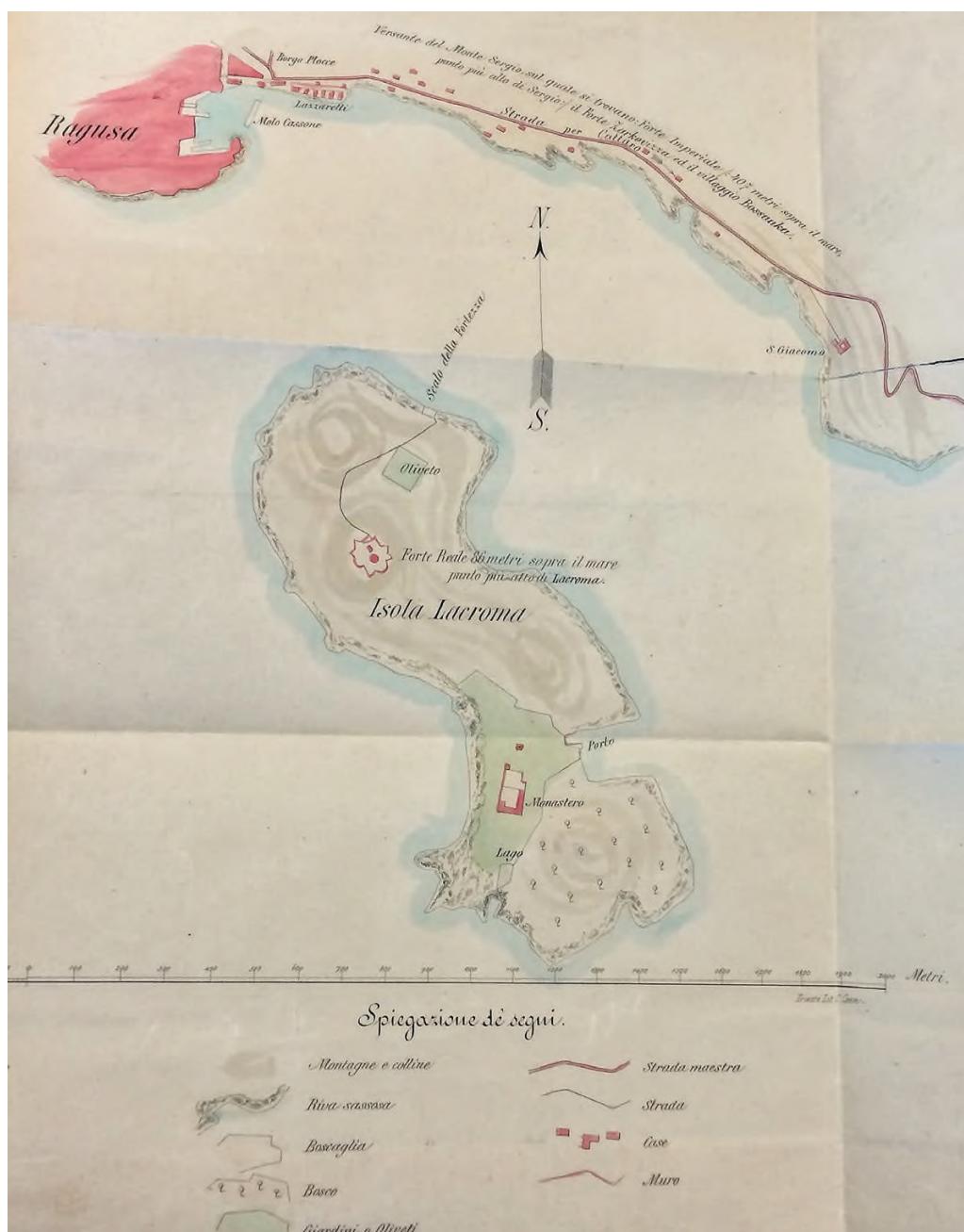


Figure 1. Layout of Lokrum gardens according to Roberto de Visiani, 1863 (source: Visiani, R., 1863: Sulla vegetazione e sul clima dell'isola di Lacroma in Dalmazia. Coen, Trieste).

Slika 1. Prikaz lokrumskih vrtova prema Robertu de Visianiju iz 1863. godine (izvor: Visiani, R., 1863: Sulla vegetazione e sul clima dell'isola di Lacroma in Dalmazia. Coen, Trieste).

the island is an evergreen forest of the holm oak and black ash as. *Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić (1956) 1958, largely developed in the form of lower and higher evergreen macchia in the north part of the island. The dominant species are *Quercus ilex*, *Laurus nobilis*, *Viburnum tinus*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea latifolia*, *Lonicera implexa*, *Rhamnus alaternus*, *Erica arborea*, *Fraxinus ornus*, etc. The south part of the island is mostly covered by planted forest of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) growing on the base of macchia and pure macchia without the Aleppo pine. The majority of gardens that were

subject to the introduction were located in the east part of the island, in front of the monastery, and towards the south in the wooded part of the island. Maximilian planted the exotics within the autochthonous vegetation which was supposed to protect these plants from the salt sediment and winds (De Visiani 1863). Taking into account very high winds, vicinity of the sea (salt sediment), but also the succession of the autochthonous vegetation of macchia, regardless of the intensive maintenance measures, the survival of the majority of introduced exotics was put into question.

Data sources – Izvori podataka

In order to determine the list of the horticultural species planted on the island of Lokrum during Maximilian's reign (1859–1869), four archival sources were analysed (table 1); (a) invoices and reports of the court gardener Joseph Laube dating from the period of 1849–1863, listing 42 taxa (AST, N 30, f 74, nn 4–370, 1859–60; N 31, f 75, nn 373–1233, 1861–62; AST, N 32, f 76, nn 1–69, 1863; N 33, f 77, nn 70–143, 1863; N 34, f 78, nn 144–237, 1863), (b) De Visiani's list of 90 taxa (De Visiani 1863), (c) list for the acquisition of plants made by the manager Junga in 1867, including 36 taxa (AST, N 48, f 95, 1857–67), (d) list of plants made as part of the island's value assessment conducted in 1873 and listing 73 taxa (AT-OeStA/HHStA PFF GDPFF SR 40-1). After Maximilian's death in 1867, the court in Vienna maintained the residence and gardens for two more years, until it was sold in June 1869 to a nobleman Dumičić. For the purpose of selling the island in 1873, a committee was set up to assess its value, which also included the parks (AT-OeStA/HHStA PFF GDPFF SR 40-1). During the short period of the island being in his possession, Dumičić did not change the Lokrum parks, so this list of plants shows the allochthonous plants planted in the period of Maximilian. The common feature of these lists is the fact that they refer exclusively to the allochthonous and the autochthonous horticultural taxa.

On the basis of the mentioned sources and data collected in our own research, the following was analysed: number of individual taxa (species, subspecies, varieties, hybrids and cultivars), affiliation to genera, family, areal, number of autochthonous taxa, number of allochthonous taxa from different continents, and taxa introduced in Croatia for the first time. The status of invasive alien species (Inv - after the taxon name) was denoted according to Nikolić et al. (2014).

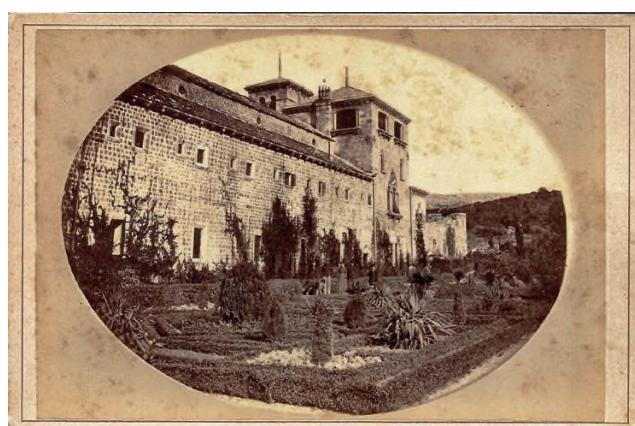


Figure 2. Photo of the ornamental gardens in front of the Maximilian's Residence, behind 1870, author Tomaso Burato (source: Dubrovnik Museums, Postcard Collection, F-3464).

Slika 2. Fotografija vrtova pred pročeljem Maksimilijanova zdanja, iza 1870 godine, autor Tomaso Burato (izvor: Dubrovački muzeji, Zbirka razglednica, F-3463).

The following groups of plants from Maximilian's period were analysed: deciduous trees, evergreen trees, shrubs, palm trees and succulents, herbaceous perennials, fruit trees and vegetable crops. In the end, the plants planted on Lokrum in the second half of the 19th century were compared to our own recently conducted research and the lists of plants within the ornamental gardens immediately surrounding the monastery (own research 2018, 2019), while determining the percentage of the currently present plants planted in the time of Maximilian.

The taxa were identified according to Pignatti (1982, 1984), Tutin et al. (1964–1980, 1993) and Nikolić (2019a). The nomenclature of plants and families was harmonised according to The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>), in accordance with the International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants (Turland et al. 2018). The names of authors of scientific names were standardised according to Brummit and Powell (1992). The names of cultivars were set out according to Hoffman (2016), in line with International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (Brickell et al. 2016). Plant taxa listed in Table 1 were presented in the alphabetic order, while their segmentation as allochthonous or autochthonous taxa was organised according to the Flora Croatica Database (Nikolić, 2019b). The primary origin was presented according to Idžožić (2013) and Idžožić et al. (2019). The status of invasive plants (Inv) was marked according to Nikolić et al. (2014). The possible limitation of the research lies in the fact that some taxa have been wrongly identified at the time, but also in the fact that some taxa might not have been planted at all. A couple of species lacked their full taxonomic name, so this paper presents them only as their genera (e.g. *Azalea* sp.). The found archival lists of planted species do not include all of the autochthonous species, the typical representatives of the Lokrum macchia, which have also been planted at the time, according to the sources. Therefore, the comparison between the original archival lists and the conclusions relating to the present state refer exclusively to the horticultural and exotic species.

RESULTS AND DISCUSSION REZULTATI I RASPRAVA

Table 1 collectively presents the results of the plant inventory from Maximilian's period and the inventory of the present state. In total, the inventory listed 256 taxa, including 225 species, 1 subspecies, 3 varieties, 8 hybrids and 19 cultivars. The taxa belong to 179 different genera from 80 families. The total of 213 taxa were inventoried only from the period of Maximilian, including 184 species, 4 varieties, 8 hybrids and 17 cultivars (Table 1). The taxa belong to 149 different genera from 72 families. One bryophyte was recorded (*Bryophytes*) and 24 gymnosperms taxa (*Gymnos-*

Taxon (Svojstva)	Areal of origin (Izvorno podrijetlo)	1849-1863	1863.	1867.	1873.	2018-19
<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small (= <i>Verbena chamaedryfolia</i> Juss.)	Brazil	-	●	-	-	-
<i>Hedera helix</i> L.	Eu, Afr, Az	-	-	-	-	●
<i>Hedychium coccineum</i> Buch. Ham. ex Sm.	Kina	-	●	-	-	-
<i>Helicocereus speciosus</i> (Cav.) Britton & Rose	Mexico	-	●	-	-	-
<i>Heliotropium arborescens</i> L.	Afr	-	●	-	-	-
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Az	-	-	-	●	-
<i>Hoya carnosa</i> (L.f.) R.Br.	Kina, Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Hyacinthus</i> sp.	cultivar	-	-	●	-	-
<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	Az	-	-	-	●	-
<i>Hypericum calycinum</i> L.	Eu, Az	-	-	●	-	-
<i>Ipomoea haylockii</i> Regel	Sr Am, J Am	-	●	-	-	-
<i>Jasminum officinale</i> L.	Az	-	-	●	-	-
<i>Juglans regia</i> L.	Az	-	-	●	-	-
<i>Justicia adhatoda</i> L.	Kina, Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Justicia lancifolia</i> (Nees) V.M. Badillo	Kina, Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Kunzea baxteri</i> (Klotzsch) Schauer	Aus	-	-	-	●	-
<i>Lantana camara</i> L.	Sr Am, J Am	-	●	-	-	-
<i>Lantana nivea</i> Vent.	Brazil	-	●	-	-	-
<i>Lantana reticulata</i> Pers.	Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Laurus nobilis</i> L.	Medit	●	-	●	-	-
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Japan	-	-	●	●	●
<i>Linum grandiflorum</i> Desf.	Sj Am	-	●	-	-	-
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Sj Am	-	-	-	●	-
<i>Magnolia liliiflora</i> Desr.	Kina	-	-	-	●	-
<i>Malus domestica</i> L.	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Mammillaria</i> sp.	Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Medicago sativa</i> L.	Turkey, Rusia, Afr	●	-	-	-	-
<i>Melaleuca buseana</i> (Guillaumin) Craven & J.W.Dawson	Aus, New	-	-	●	-	-
<i>Melaleuca hypericifolia</i> Sm.	Caledonia	-	-	-	-	-
<i>Melia azedarach</i> L.	Az, Aus	-	-	●	-	-
<i>Mesembryanthemum</i> sp.	Brazil	-	-	-	●	-
<i>Metrosideros albiflora</i> Sol. ex Gaertn.	Sj Am	-	●	-	-	-
<i>Molinieria capitulata</i> (Lour.) Herb.	Az, Aus	-	-	●	-	-
<i>Morus alba</i> L.	Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Morus</i> sp.	Az	-	-	-	●	-
<i>Musa</i> × <i>paradisiaca</i> L.	hybrid	-	●	-	-	-
<i>Musa acuminata</i> Colla	Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Myrsine africana</i> L.	Afr	-	-	-	●	-
<i>Myrsine rotundifolia</i> Lam.	NZ	-	-	●	-	-
<i>Myrtus communis</i> L.	Medit	●	-	-	●	●
<i>Myrtus communis</i> subsp. <i>tarentina</i> (L.) Nyman	Medit	-	-	-	●	-
<i>Narcissus</i> sp.	cultivar	-	-	●	-	-
<i>Nerium oleander</i> L.	Eu, Afr, Az	-	-	-	●	-
<i>Nicotiana glauca</i> Graham (Inv)	J Am	-	-	-	●	-
<i>Olea europaea</i> 'Bjelica'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Olea europaea</i> L.	Medit	-	-	-	●	-
<i>Olea europaea</i> 'Mrčakinja'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Olea europaea</i> 'Murgulija'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Olea europaea</i> 'Oblica'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Olea europaea</i> 'Piculja'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Ophiopogon japonicus</i> (Thunb.) Ker Gawl.	Japan	-	-	●	●	-
<i>Opuntia</i> sp.	J Am	-	●	-	-	-
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. (Inv)	Mexico	●	-	-	●	-
<i>Orchis</i> sp.	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Paeonia</i> sp.	cultivar	-	-	-	●	-
<i>Panax quinquefolius</i> L.	Sj Am	-	-	●	-	-
<i>Pandanus utilis</i> Bory	Afr	-	-	-	●	-
<i>Pandorea pandorana</i> (Andrews) Steenis	Aus	-	●	-	-	-
<i>Panicum milieaceum</i> L.	J Am	●	-	-	-	-
<i>Parathesis crenulata</i> (Vent.) Hook. f. ex Hemsl.	Sr Am	-	●	-	-	-
<i>Passiflora suberosa</i> L.	Sr Am, J Am	-	●	-	-	-
<i>Passiflora subpeltata</i> Ortega	J Am	-	●	-	-	-
<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	Az	-	-	-	●	-
<i>Pelargonium</i> × <i>hortorum</i> L.H.Bailey	hybrid	-	●	-	-	-
<i>Pelargonium inquinans</i> (L.) L'Hér.	Afr	-	●	-	-	-
<i>Pelargonium odoratissimum</i> (L.) L'Hér.	Afr	-	●	-	-	-
<i>Pelargonium peltatum</i> (L.) L'Hér.	Afr	-	●	-	-	-
<i>Pelargonium radula</i> (Cav.) L'Hér.	Afr	-	●	-	-	-
<i>Pelargonium zonale</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	Afr	-	●	-	-	-
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze (= <i>Acacia aspidiooides</i> G.Mey.)	Brazil	-	-	-	●	-
<i>Persea carolinensis</i> (Raf.) Nees	Eu, Afr, Az	-	-	●	-	-
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Medit	-	-	-	●	-

Taxon (Svojstva)	Areal of origin (Izvorno podrijetlo)	1849-1863	1863.	1867.	1873.	2018-19
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Afr, Az	●	●	-	-	-
<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	Afr, Canary islands	-	-	-	-	●
<i>Phormium tenax</i> J.R.Forst. & G.Forst.	Aus	-	-	-	-	●
<i>Photinia serratifolia</i> (Desf.) Kalkman	Az	-	-	-	-	●
<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss	Sj Am	-	-	-	●	-
<i>Pinus pinea</i> L.	Medit	●	-	-	-	-
<i>Pinus</i> sp.	Eu, Afr, Az	●	-	-	-	-
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Medit	●	-	●	-	●
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Medit	-	-	-	-	●
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton	Az	-	-	-	●	●
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco (= <i>Thuja orientalis</i> L.)	Az	-	-	●	●	-
<i>Podocarpus elongatus</i> (Aiton) L'Hér. ex Pers.	Afr	-	-	-	●	-
<i>Polygala grandiflora</i> Walter	Cosmopolitan	●	-	●	-	-
<i>Prunus armeniaca</i> L.	Az	●	-	-	●	-
<i>Prunus domestica</i> L.	Az	●	-	-	●	-
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Az	●	-	-	●	-
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb (= <i>Amygdalus communis</i> L.)	Az	-	-	-	●	-
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Eu, Az	-	-	●	●	-
<i>Punica granatum</i> L.	Eu, Az	-	-	-	-	●
<i>Pyracantha crenulata</i> var. <i>crenulata</i>	Kina, Nepal	-	-	●	-	-
<i>Pyrus communis</i> L.	Eu, Az	●	-	-	●	-
<i>Quercus ilex</i> L.	Medit	-	-	-	●	-
<i>Quercus suber</i> L.	Medit	-	-	-	●	-
<i>Ranunculus</i> sp.	cultivar	-	-	●	-	-
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Medit	-	-	-	●	-
<i>Rhipis excelsa</i> (Thunb.) Henry	Kina	-	●	-	-	-
<i>Ribes nigrum</i> L.	Eu	●	-	-	-	-
<i>Ribes rubrum</i> L.	Eu	●	-	-	-	-
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	Eu, Sj Am	●	-	-	-	-
<i>Ricinus communis</i> L.	Afr	-	●	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. (Inv)	Sj Am	-	-	-	●	-
<i>Rosa banksiae</i> 'Lutea'	cultivar	-	-	-	-	●
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Eu, Afr, Az	-	-	-	-	●
<i>Ruscus hypoglossum</i> L.	Eu	-	-	-	-	●
<i>Sabal minor</i> (Jacq.) Pers.	Sj Am, Mexico	●	-	-	-	-
<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult. & Schult.f.	Sj Am	-	●	-	-	-
<i>Salvia</i> × <i>ianthina</i> Otto & A.Dietr.	hybrid	-	●	-	-	-
<i>Salvia confertiflora</i> Pohl	Brazil	-	●	-	-	-
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	Sr Am, J Am	-	-	-	●	-
<i>Sequoiadendron</i> sp. (<i>Wellingtonia</i> sp.)	Sj Am	-	-	●	-	-
<i>Serissa japonica</i> (Thunb.) Thunb.	Kina, Japan	-	●	-	-	-
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Sj Am, J Am	●	-	-	-	-
<i>Solanum atropurpureum</i> Schrank	J Am	-	●	-	-	-
<i>Solanum bonariense</i> L.	J Am	-	●	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Eu	-	-	-	●	-
<i>Spiraea × vanhouttei</i> (Briot) Zabel	hybrid	-	-	-	-	●
<i>Strelitzia alba</i> (L.f.) Skeels	Afr	-	●	-	-	-
<i>Strelitzia reginae</i> Banks	Afr	-	●	-	-	●
<i>Syzygium australe</i> (J.C.Wendl. ex Link) B. Hyland	Aus	-	●	-	-	-
<i>Taxus baccata</i> L.	Eu, Afr, Az	-	-	●	-	●
<i>Teramnus</i> sp. (= <i>Kennedya</i> sp.)	J Am	-	●	-	-	-
<i>Teucrium fruticans</i> L.	Medit	-	-	-	-	●
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Sj Am	-	-	-	●	-
<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lem.	Az	-	-	-	-	●
<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H.Wendl.	Az	-	-	-	-	●
<i>Tristaniopsis laurina</i> (Sm.) Peter G.Wilson & J.T.Waterh.	Aus	-	-	-	●	-
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carrière	Sj Am	-	-	●	-	-
<i>Tulipa</i> sp.	cultivar	-	-	●	●	-
<i>Veronica speciosa</i> R.Cunn. ex A.Cunn.	NZ	-	●	-	-	-
<i>Viburnum tinus</i> L.	Medit	-	-	●	●	●
<i>Vinca major</i> L.	Eu, Az	-	-	-	-	●
<i>Vitis vinifera</i> 'Boal'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Vitis vinifera</i> 'Malvasia'	cultivar	●	-	-	-	-
<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.	Sj Am	-	-	-	-	●
<i>Westringia fruticosa</i> (Willd.) Druce	Aus	-	●	-	-	-
<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Sr Am	-	-	●	-	-
<i>Yucca filamentosa</i> L.	Sj Am	-	-	-	-	●
<i>Yucca gloriosa</i> var. <i>tristis</i> Carrière	Sj Am	-	-	-	●	-
<i>Yucca gloriosa</i> L.	Sj Am	-	-	-	●	-
<i>Zamia pumila</i> L.	Az	-	●	-	-	-
<i>Zea mays</i> L.	Sr Am (Mexico)	●	-	-	-	-

perms). Other 188 taxa (88.3 %) are angiosperms; 157 of them are dicotyledons (*Dicotyledones*) and 31 are monocotyledons (*Monocotyledones*). All taxa, with the exception of 5 vegetable species and 3 species of grains, belong to woody perennials or herbaceous perennials. For the territory of Croatia, only 20 (9.5 %) autochthonous taxa were recorded, the majority of which were Mediterranean and European species. The most of the exotic taxa, i.e. the ones that grow exclusively outside of the European continent, came from North, Central and South America, including the individual countries of Brasil and Mexico (79; 37.1 %). These were followed by Asian taxa, including China and Japan (47; 22.1 %), and Australian taxa (21; 9.9 %) and areal taxa from Africa (17; 8.0 %). The rest of the taxa are native and/or thrive on several continents, e.g. in Europe, Africa and Asia. The most represented genera are: *Acacia* (11), *Pelargonium* (6), *Olea* (5) and *Araucaria* (5 taxa). The most represented families are *Leguminosae* (21), *Rosaceae* (17), *Myrtaceae* (12), *Asparagaceae* (8), *Pinaceae* (8), *Oleaceae* (7) and *Cupressaceae* (7 taxa).

Judging by the groups of plants from Maximilian's period, the most of them were perennials (50; 23.5 %), followed by deciduous (26) and coniferous trees (22, in total 48; 22.5 %), shrubs (44; 20.7 %), fruit trees and grapevines (28; 13.2 %), palm trees and succulents (19; 8.9 %), climbers (8) and cultivated herbaceous perennials (bulbs) also 8 (3.8 %), vegetable and forage crops (5; 2.4 %) and grains (3; 1.4 %).

According to 2018-2019 inventory, 71 taxa were inventoried within the Lokrum ornamental gardens today, belonging to 43 families and 64 genera. There were 5 gymnosperms (*Gymnosperms*) recorded, and 66 angiosperms; 51 dicotyledons (*Dicotyledones*) and 16 monocotyledons (*Monocotyledones*). The most represented families were: *Asparagaceae* (8), *Rosaceae* (5), *Arecaceae* (4) and *Oleaceae* (4), while the most represented families from the 19th century (*Leguminosae*, *Rosaceae* and *Myrtaceae*) were reduced to the minimum. The genera were largely represented with only one taxon, while the most represented genera are that of *Yucca* with 3 taxa. There are 3 invasive species present on the island today (Nikolić et al. 2014): *Nicotiana glauca*, *Robinia pseudoacacia* and *Opuntia ficus-indica*, which was, according to the photographs, planted already in the period of Maximilian. Out of 71 recorded taxa, 51 (71.8 %) are allochthonous, mostly woody plants, while there are 20 autochthonous taxa, that largely include woody macchia and autochthonous woody fruit trees. In comparison with the list made at the time of Maximilian, 41 of today's taxa were not recorded. Subsequently, only 30 taxa (14.1 %) from that period remained present, mostly originating from Asia (17 taxa: Asia, including China and Japan) and 9 Mediterranean taxa, mostly autochthonous species and occasionally 4 other species originating from other parts of the world. Therefore, one must take into account that many autoch-

honous species of Mediterranean macchia that were present in Maximilian's period within his ornamental gardens, and some of them were planted according to the design, especially in front of the residence, were not fully recorded in the plant inventories in the archival sources. Namely, the archival sources show that a nursery has been constructed in order to cultivate different autochthonous plants, and they explicitly mention *Arbutus unedo* and *Pinus halepensis* (AST, N 34, f 78, nn 144-237, 1863).

There were 9 Mediterranean, largely autochthonous taxa determined, and 6 naturalised in our climate, which were also present in Maximilian's period: *Arbutus unedo*, *Buxus sempervirens*, *Citrus x aurantium*, *Citrus medica*, *Ficus carica*, *Laurus nobilis*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Prunus persica*, *Rhamnus alaternus*, *Viburnum tinus*, *Chamaerops humilis*, *Cupressus sempervirens*, *Pinus halepensis* and *Ceratonia siliqua*. Autochthonous varieties of olives from Dubrovnik area were planted: *Olea europaea* 'Bjelica', *Olea europaea* 'Mrčakinja', *Olea europaea* 'Murgulja', *Olea europaea* 'Oblica', *Olea europaea* 'Piculja' (Marinović-Peričević and Družić 2004). Only 20 taxa of horticultural exotic (allochthonous) species planted in that period, which were at that time considered exotics, have remained. These are largely taxa originating from Asia (15 taxa: Asia, including China and Japan) belonging to woody or herbaceous perennials, which were able to thrive in the south of Dalmatia due to similar climate. Maximilian's gardens are today managed by professional services of the Lokrum Reserve, in terms of regular pruning and disease and pest control. Considering the existing fund of the plants in the gardens, where the allochthonous species became domesticated over time, their future survival is not in question.

A special feature of Maximilian's undertaking lies in the fact that he, as a supreme commander of the Austrian navy, has personally organised and took part in research expeditions aimed at collecting seeds of various exotic species from different parts of the world (Riedl-Dorn 1992, 2012). A big two-year research expedition around the world on a steamboat Novara (1857-59) has been the biggest and the most ambitious Austrian expedition at the time, during which 26,000 exhibits, i.e. 3,000 plant species were collected, partly as seeds, partly in herbarium collections. During the preparations for the two-year expedition around the world onboard Novara, Maximilian's advisor was the famous Alexander von Humboldt (Scherzer 1861). The second expedition was the so-called Brazilian expedition (1859-60), in which Maximilian personally took part. One of its results was a list and a systematisation of the found plants from the family of *Araceae*, due to which the entire collection, as well as some newly found plants were named after Maximilian *Aroidae Maximiliana* (Peyritsch and Schott 1879). There is an interesting historical fact saying that both of these big research expeditions had their ceremonial closings in Du-

brovnik (Scherzer 1861, Wawra 1866). After the end of the Brazilian expedition, the seeds and tubers of the plants were taken in crates from the Fantasie ship to the Island of Lokrum (AST, N 30, f 74, nn 4-370, 1859-60). Apart from the distant destinations visited during the expeditions, a large part of the exotic plants that were until then already domesticated in Europe, came to Lokrum from different European destinations; Padua, Schönbrunn, Leipzig, Zagreb, London, Venice, Trieste, Graz, Vis, Korčula, Meljine, Corfu, Malaga, Madeira, Gibraltar (AST, N 30, f 74, nn 4-370, 1859-60). Maximilian's personal passion for botany and beautiful gardens, was also encouraged by Romanticist trends in the 19th century horticulture, which were largely characterised by the introduction of exotic plants and made possible due to trade and traffic throughout the world (Hajós 2004), and which represented a symbol of luxury and power of their owners (Carder 1986). Maximilian has had greenhouses put up in both locations, Miramar residence and Lokrum island, for the propagation of the introduced plants, which enabled the production and collecting of exotics.

In establishing the floristic specialty of Lokrum and the exclusivity concerning the introduction, the island was compared to other well-known parks on the east Adriatic coast, which are spatially and temporally similar and which also featured the introduction of plants that were exotic at the time. This would primarily be Maximilian's park Miramar beneath Grignano in Trieste, where a forestry and horticultural experiment was carried out: a bare rocky spur of limestone origin was afforested, and the exotics tried to be introduced (Moser 1903, Chersicla 2000). The second point of reference is the Garagnin Park in Divulje near Trogir, which in its type was a *ferme ornée* or a so-called "ornamental farm" (Šverko 2009), on the basis of which Maximilian analysed the way in which the autochthonous plants could be skilfully combined with the then new and exotic plants, but also with agricultural crops (Bužančić 1995, Biasoletto 1841). The third point is Gučetić's Park in Trsteno, which was visited by Maximilian and his associates De Visiani and doctor Jilek (AST, N 34, f 78, nn 144-237, 1863).

While analysing the lists of plants from these four parks created in the second part of the 19th century, it may be determined without a doubt that some species and varieties of plants introduced and cultivated on Lokrum were introduced in this part of the Adriatic for the first time. The most popular items on this list are the pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) and two types of banana (*Musa x paradisiaca* L., *M. acuminata* Colla), which were mentioned by De Visiani (1863), who said that they have survived on the island "for two years without protection". The species of *Musa ensete* J.F. Gmeli and *M. cavendishii* Lamb (Moser 1903) were introduced in Maximilian's Miramar park. In 1863, *M. ensete* was present in Gozze park. The owners of more luxurious patrician parks in Dubrovnik area started grow-

ing bananas on the turn of the twentieth century (Marić and Šćitaroci 2015). There were two species of eucalyptus recorded on the Island of Lokrum in Maximilian's time, *Eucalyptus diversifolia* Bonpl. (De Visiani 1863) and *E. globulus* Labill. (AST, N 48, f 95, 1857-67). The first introduction of eucalyptus *E. globulus* Labill. in a public area took place in 1854 in France (Le Floc'h 1991). The same species was recorded in a nursery in Pula in 1874 (Antoine 1874, Wawra 1875). In Trsteno, *E. globulus* Labill. was recorded in 1881 (Kovačević 2012). All this leads to a conclusion that the first introduction of eucalyptus in this part of Adriatic took place on Lokrum. Another specialty of Lokrum is the collection of five different species of Araucaria from Maximilian's period; *Araucaria araucana*, *A. columnaris*, *A. angustifolia*, *A. bidwillii* and *A. cunninghamii*. At that time, two species of Araucaria were thriving in Miramar; *A. columnaris* and *A. araucana* (Moser 1903). In Trsteno, a specimen of *A. araucana* was recorded in 1889 (Kovačević 2012). *Bougainvillea spectabilis* was for the first time cultivated in Europe in 1829 (Wawra and Abel 1886), although it was discovered in late 18th century in South America (Lack 2012, Roy et al. 2016). This attractive climber was cultivated in mid-19th century in greenhouses of imperial palaces and botanical gardens, and in late 19th century in outdoor gardens (Sauvaigo 1894). At that time, we could not even find it on the lists of plants planted in Garagnin park or in Trsteno. It was recorded on Lokrum by De Visiani (1863), which proves that Lokrum has been the location of its first cultivation in this part of Adriatic in a park area. Different cultivars of *Bougainvillea* were intensively cultivated in Dubrovnik area in the 20th century and over time they became the one of the most recognisable floral elements of gardens in Dubrovnik (Šišić 2003b). In a letter written in 1863, sent from Corfu, the main topic was the acquisition of citrus fruits (AST, N 34, f 78, nn 144-237, 1863), where among 62 seedlings, there were 12 mandarin seedlings, which were stated to be very hard to acquire, and they were acquired according to Maximilian personal wish. Unlike oranges, lemons and citrons, mandarins were cultivated relatively late in Dubrovnik area, not before the late 19th and early 20th century (Kaleb 2014). The first mandarin variety cultivated in the Mediterranean is the variety of *Citrus reticulata* 'Havana', so-called Mediterranean mandarin (Langgut 2017). This variety had been imported to England from China, and it was recorded in 1805 in the Kew Royal Botanical Garden, from where it has spread to the English colony of Malta, and further on to Italy and the Mediterranean. They cannot be found in the published plant inventories of the parks Miramar, Garagnin and Trsteno made in the second half of the 19th century. Only in 1911 Adamović (1911) mentioned there were mandarins in the park in Trsteno. Therefore, we might say that the first mandarins in Dubrovnik area were imported right into Maximilian's

park on the Island of Lokrum. It is an interesting fact that at the time of Maximilian, there was an entire collection of acacias / sensitive plants on Lokrum, as much as 11 species (Table 1). This is the genera easily cultivated in favourable climate such as the one on Lokrum. In its memoirs, Maximilian mentioned that they have collected seeds of different species of acacias on the Island of St. Vincent in the Caribbean (Maximilian 1868). On Lokrum, Maximilian intended to establish an outdoor acclimatisation garden for the then exotic, mostly tropical plants, within the natural autochthonous vegetation of the island. And during his time on the island, he succeeded in that (De Visiani 1863, Portilla 1864). Such concept of planted exotics was preserved until 1873, when the evaluation of the special exotic fund of the park determined the departed plant specimens in excellent state (AT-OeStA/HHStA PFF GDPFF SR 40-1). During the time of Maximilian, there was one head gardener and one assistant gardener employed on the island, including 7-20 local workers, who were engaged on the works in the garden on daily basis. The concept of planting the allochthonous plants within the natural island vegetation required daily care, especially in terms of weed protection, but also irrigation and constructing wind protection structures, as recorded by the court head gardener J. Laube (AST, N 30, f 74, nn 4-370, 1859-60). After Maximilian's period, garden maintenance was never again at the same level. What followed was a successive degradation until the present days.

The analysis of the taxa inventories from the second half of the 19th century shows that there were 213 taxa in total. Compared to the present state (Table 1), there is a notable difference in the taxa in the ornamental gardens, especially the allochthonous ones, which were then considered exotic. Out of 51 ornamental allochthonous taxa identified today, which is a quarter of the number from the time of Maximilian, only 21 taxa were preserved from his period, such as; *Aucuba japonica*, *Bougainvillea spectabilis*, *Canna indica*, *Chamaerops humilis*, *Cedrus deodara*, *Cocculus laurifolius*, *Cycas revoluta*, *Eriobotrya japonica*, *Ligustrum japonicum*, *Pittosporum tobira*, *Strelitzia reginae*, *Taxus baccata* and *Yucca gloriosa*. Among them, the specimen of *Cycas revoluta* and *Taxus baccata*, located in the gardens in the west part of the compound, represent the oldest original allochthonous taxa from the mid-19th century. It was determined that today there are 20 autochthonous taxa (9 of them persisted from the time of Maximilian) within the area of the ornamental gardens. Due to lack of intensive maintenance within the autochthonous island vegetation, the majority of the allochthonous exotic taxa failed to survive. The most numerous planted woody taxa from the time of Maximilian is *Cupressus sempervirens* (own research 2018, 2019). These cypresses were planted along the walkways in the north part of the island, as well as in the direct vicinity and in front of the Benedictine monastery and Maximilian's mansion. An

interesting fact says that until the end of 1863, Maximilian has had over 700 cypress seedlings planted (AST, N 30, f 74, nn 4-370, 1859-60; AST, N 31, f 75, nn 373-1233, 1861-62; AST, N 32, f 76, nn 1-69, 1863). This has been confirmed with the recent research establishing that the most numerous planted units on the island are *Cupressus sempervirens* 'Pyramidalis' and *C. sempervirens* 'Horizontalis' (Hudina et al. 2019). The specimen of *Buxus sempervirens*, located within the gothic-renaissance cloister of the Benedictine monastery, are among the oldest autochthonous taxa from the second part of 19th century.

The purpose of this research was to carry out a comprehensive review of the horticultural taxa planted in the second half of the 19th century. The identified list is important in the context of the restauration works that awaits Maximilian's gardens on Lokrum. Thereby, the possible reintroduction of the certain taxa must be considered in light of the several facts. The island of Lokrum is today fully protected as a Special Forest Vegetation Reserve, which includes the area of the ornamental gardens originating from the times of Maximilian. Therefore, the possible reintroduction of the certain taxa should be in line with the ecological, phytosociological and landscape features of the Lokrum area.

It is a very important fact that in 1959, a botanical garden was established on Lokrum, covering the surface of 2 hectares. This was done precisely in order to research the adaptation to the Lokrum climate of taxa originating from the tropical or subtropical areas (Dolina and Jasprica 2011), which are located outside of the areal of the ornamental gardens covered by this paper. In this context, Maximilian's garden in a certain way lost one of their main original functions. Still, their value is undeniable in light of their historical, stylistic and symbolic significance and due to the fact that an archduke, who later became an emperor, was personally involved in their creation. For all of the mentioned reasons, when renovating the gardens, one should not consider the introduction of all taxa from the original list, but select the taxa that significantly contribute to renewal of the stylistic features of these gardens at the time of their original creation. At the same time, all invasive and potentially invasive taxa that are not included in the official lists of invasive plants, such as the taxa from the genera of *Pittosporum*, *Messerschmidia*, *Acacia* etc., should be excluded. A substantial influence on the selection of taxa should come from sustainability and maintenance of the gardens, since the "life" of a garden begins only after these have been ensured.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

This research was the first one to determine the quantity of the horticultural taxa planted on Lokrum in the second half of the 19th century when the island had been the property

of the archduke Maximilian von Habsburg, by using the archival sources from Trieste State Archives (AST) and Austrian State Archives (OeStA) in Vienna. The botanical analysis determined the number of species, subspecies, varieties, hybrids and cultivars, including affiliation to family, areal, and share of autochthonous taxa from the certain continents in the second half of the 19th century, as well as the taxa that were recently present in the ornamental gardens. The analysis also determined the today's number of the allochthonous taxa, continuously present since the second half of the 19th century. Finally, the analysis identified those taxa that are unique or rarely present in Croatia, and that were planted on Lokrum for the first time.

The research identified a relatively large variety of the horticultural species from the period of the second half of the 19th century. Very small number of these taxa (30) remained preserved until today. The reason for this mostly relates to a discontinuity in the garden maintenance. The value of this research lies in positioning the horticultural significance of Maximilian's gardens on Lokrum, relative to other similar gardens of the same period, such as the Maximilian's park at the Miramar castle, Garagnin park in Trogir and Trsteno park from the same period. This research is an important starting point for reviewing the fund of the horticultural species, which will be a part of the concept of restoration of Maximilian's gardens on Lokrum.

REFERENCES

LITERATURA

- Adamović, L., 1911: Dier Pflanzenwelt Dalmatiens. Verlag von dr Werner Klinkhardt, Leipzig, 98 pp.
- Antoine, F., 1874: Über Eucalypti Anpflanzungen. Österreichische botanische Zeitschrift, 24(10): 309–310.
- Arnold, Z., 1938: Slike iz vrtova Dalmacije, Parkovi na Lokrumu i Lopudu. Naš vrt, revija za kulturu vrta i za sveukupno vrtlarstvo 5(3-4): 49–55.
- Biasoletto, B., 1841: Relazione del viaggio fatto nella primavera dell'anno 1838 dalla maestà del re Federico Augusto di Sassonia nell'Istria, Dalmazia e Montenegro. Tipografia Weis, Trieste.
- Božić-Bužančić, D., 1995: Južna Hrvatska u europskom fiziokratiskom pokretu. Pokret za obnovu gospodarstva, gospodarske akademije, ogledni vrtovi i poljodjelske škole druge polovice XVIII. i početka XIX. st.. Književni krug u Splitu, Biblioteka znanstvenih djela 76., Split, pp 245.
- Brickell, C. (ur.), 2003: RHS A-Z encyclopedia of garden plants. Vol. I-II. Dorling Kindersley, London.
- Brummitt, R. K., C. E. Powell, 1992: Authors of plant names. Royal Botanic Gardens, Kew, pp 732.
- Carder, J., 1986: Formalism in the Victorian garden. Sheffield Hallam University, Sheffield, pp 22–40.
- Du Cange, C., 1883: Glossarium mediæ et infimæ latinitatis. L. Favre, Imprimeur-Éditeur, Niort, pp 62.
- Chersicla, B., 2000: Nel parco di Miramare dodici alberi esotici. Edizioni Bassanese, Trieste.
- De Diversis, F., 2007: Opis slavnog Grada Dubrovnika. Sabrana djela, Zagreb, 68 pp.
- Dolina, K., Jasprica, N., 2011: Povijest, ciljevi i budućnost Botaničkog vrta na Lokrumu. U: S. Kovačić, V. Stamenković (ed.), Sekcija botaničkih vrtova i arboretuma Hrvatskog botaničkog društva, pp 31–32.
- Dorsi, P., 1986: La nascita del Parco di Miramare nelle Relazioni inedite di Anton Jelinek. Un giardino in riva al mare Il parco di Miramare ieri e domani: vicende storiche e prospettive culturali. Edizioni Dedolibri, Trieste, 21–54 pp.
- Durasović, P., 1997: Unošenje egzotičnog drveća i grmlja na dubrovačko područje. Šumarski list 121 (5–6): 277–289.
- Hajós, G., 2004: Perivojni gradski prostori u eruopskim zemljama i u Beču. u: Gradski perivoji Hrvatske, ed. B. Bojančić Obad Šćitaroci i M. Obad Šćitaroci, Šćitaroci d.o.o., Arhitektonski fakultet, Zagreb, pp 12–34.
- Hirc, D., 1905: Prirodni zemljopis Hrvatske. Knjiga prva: Lice naše domovine. Antun Scholz, Zagreb, pp 661.
- Hoffman, M. H. A., 2016: List of names of woody plants. International standard ENA 2016 - 2020. Naktuinbouw, Roelofarendsveen, pp 1080.
- Horvatić, S., 1859: Karta realne vegetacije otoka Lokruma u mjerilu 1:20.000, Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje.
- Hudina, T., Budinski I., Katanović I., 2019: Katastar kultiviranih biljaka otoka Lokruma. U: M. Crnčević, A. Bratoš Cetinić (ed.), Otok Lokrum znanstveno-stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem. Javna ustanova Rezervat Lokrum, Dubrovnik, pp 94.
- Generalni urbanistički plana grada Dubrovnika. Službeni glasnik Grada Dubrovnika 10/05, 10/07, 8/12, 03/14, 07/16, 09/17.
- Ilijanić, Lj., Hećimović, S., 1989: Vegetacijske i biljnogeografske značajke dubrovačkog područja s posebnim obzirom na otok Lokrum. U: M. Meštrov, M. Kerovac M. (ed.), Otok Lokrum, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, pp 139–163.
- Idžočić, M., 2013: Dendrologija: cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 672 pp.
- Idžočić, M., Anić, I., Šimić, I., Kovačević, M. A., Poljak, I., 2019: Dendrološke značajke arboretuma Trsteno, Šumarski list 143 (3–4): 125–143.
- Kaleb, M., 2014: Razvoj uzgoja mandarina i ostalih agruma u dolini Neretve. Agronomski glasnik 76(4–5): 219–238.
- Kapović, N., 2002: Vrtovi u sklopu Maksimiljanova ljetnikovca na otoku Lokrumu. Agronomski glasnik 64(1–2): 87–109.
- Kovačević, M., 1978: Pregled razvoja obogaćivanja hortikulturne flore Sredozemlja kao prijedlog obnavljanja botaničke komponente pet st. starog perivoja Gučetića, Rad JAZU, Knjiga 379, Razred za likovne umjetnosti VII: 231–237.
- Kovačević, M., 2012: Perivoj Gučetićeva ljetnikovca u Trstenom – od renensansnog perivoja do arboretuma; preobrazbe autohtonog renensanskog predloška i njegov utjecaj na ladanjske perivoje dubrovačkog područja. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu Arhitektonski fakultet, Zagreb, pp 151–152.
- Lack, H. W., 2012: The discovery, naming and typification of *Bougainvillea spectabilis* (Nyctaginaceae). Willdenowia 42(1): 117–126.
- Le Floch, E., 1991: Invasive plants of the Mediterranean Basin. U: R. Groves, F. Di Castri (Eds.), Biogeography of Mediterra-

- nean Invasions, Cambridge University Press. Cambridge, pp 67-80.
- Langgut, D., 2017: The Citrus Route Revealed: From Southeast Asia into the Mediterranean. HortScience 52(6): 814-822.
 - Lorenzo, P., González, L., Reigosa J.M., 2010: The genus *Acacia* as invader: the characteristic case of *Acacia dealbata* Link in Europe. Ann. For. Sci. 67 (1):101-111.
 - Makjanić, B., Volarić, B., 1989: Neke osobine klime Lokruma i šire okolice. U: M. Meštrov (ed.), Otok Lokrum, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, pp 27-52.
 - Marić, M., Obad Šćitaroci M., 2015: Perivoj ljetnikovaca Bona-Caboga i Stay-Caboga u Dubrovniku. Razvoj i mijene. Prostor, 23:1(49), 2-13.
 - Marić, M., Đukanović, N., Viden, I., 2018: Vrtna studija za Benediktinski samostan i Maksimilijanov ljetnikovac na otoku Lokrumu. Studija, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik.
 - Marić, M., Marinović-Peričević, M., Medović, M., 2019: Vrtna studija pristupnih šetnica Benediktinskog samostana i Maksimilijanovog ljetnikovca na otoku Lokrumu. Studija, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik.
 - Marinović-Peričević, M., Družić, J., 2004: Rezervat Lokrum. Obnova starog maslinika na otoku Lokrumu. Studija, Zavod za mediteranske kulture Sveučilišta u Dubrovniku, Dubrovnik.
 - Maximilian I, Emperor of Mexico, 1868: Recollections of My Life. vol. 3., Richard Bentley, London, pp 75.
 - Moser, K., 1903: Verzeichnis der Pflanzenarten des k.u.k. Hofgartens von Miramar, mit eniem vortworte und einer einleitung. Buchbruderei des osterr., Trieste, pp 13.
 - Nikolić T., 2019a: Flora Croatica 4 - Vaskularna flora Republike Hrvatske. Alfa d.d., Zagreb.
 - Nikolić T., 2019b: Flora Croatica Database. University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Botany <http://hirc.botanic.hr/fcd> (accessed: January 08, 2020)
 - Nikolić T., B. Mitić, I. Boršić, 2014: Flora hrvatske: invazivne biljke (Flora of Croatia: Invasive Plants). Alfa d.d., Zagreb.
 - Peyritsch, J., Schott, H.W., 1879: Aroideae Maximiliana: die auf der Reise Sr. Majestät des Kaisers Maximilian I. nach Brasilien gesammelten Arongewächse. Druck und Verlag von C. Gerold's Sohn, Wien.
 - Pignatti, S., 1982, 1984: Flora d'Italia I-III. Edagricole, Bologna.
 - Portilla, A., 1864: De Miramar a Mexico, Viaje de Emperador Maksimiliano y de la Emperatriz Carlota, Desde su Palacio de Miramar cerca de Trieste hasta la Capital del Imperio Mexicano. Imprenta de J. Bernardo Aburto, Orizaba, pp 44.
 - Razzi, S., 2011: Povijest Dubrovnika. transl. I. Grgić, S., Krasić S., Matica hrvatska, Ogranak Dubrovnik, Dubrovnik, pp 191-192.
 - Riedl-Dorn, C., 1992: Zur Naturkundlichen Entdeckung Amerikas: Blumen eines Kaisers- Maximilian von Mexiko und seine Brasilienexpedition 1859-1860 – Kataloge des ÖÖ. Landesmuseums N.F. – 0061, Linz, pp 3-153.
 - Riedl-Dorn, C., 2012: Botaniker oder Pflanzensammler? Die Rolle der Pflanzenkunde bei der Weltumsegelung der Fregatte „Novara“ (1857-1859). Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich Bd. 148/149, Wien, pp 363-376.
 - Roy, R., K., Sing, S., 2016: Migration and domestication of Bougainvillea: a historical review. Chronica Horticulture 56(2): 9-14.
 - Sauvaigo E., 1894: Les cultures sur le littoral de la Méditerranée: Provence, Ligurie, Algérie. JrB. Baillièr et Fils, Paris.
 - Skok, P., 1950: Slavenstvo i romanstvo na jadranskim otocima, Toponomastička ispitivanja. Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, pp 247.
 - Scherzer K., 1861: Narrative of the circumnavigation of the globe by the Austrian frigate Novara (Commodore B. Von Wellerstorff-Urbair), Undertaken by order of the Imperial Government in the years 1857, 1858, 1859, under the immediate auspices of his I. and R. Highness the Archduke Ferdinand Maximilian, Commander-in-Chief of the Austrian Navy. Volumen III., Saunders, Otley, and co., London, pp 458.
 - Statut grada Dubrovnika, 1272: Priredili i na hrvatski jezik preveli A. Šoljić, Z. Šundrica, I. Veselić; uvodnu studiju napisala N. Lonza. 2002. Državni arhiv u Dubrovniku, Dubrovnik 2002, pp 105-106.
 - Šegota, T., Filipčić, A., 2003: Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. Geoadria 8(1):17-37.
 - Šišić, B., 1968: Prilog raspravama u uredenju i korištenju otoka Lokruma. Hortikultura 35(1-2): 31-32.
 - Šišić, B., 1989a: Otok Lokrum, Izuzetan perivoj u gradskom prostoru Dubrovnika. U: M. Meštrov (ed.), Otok Lokrum, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, pp 165-182.
 - Šišić, B., 1989b: Idejno rješenje pejzažnog i vrtnog uređenja Lokruma. Provedbeni urbanistički plan Lokrum. Prostorni plan, Državni arhiv u Dubrovniku, Opus Bruna Šišića, kutija 89, Dubrovnik.
 - Šišić, B., 2001: Vrtovi benediktinske opatije na otoku Lokrumu. Analji zavoda za povijesne znanosti HAZU u Dubrovniku 39 (1):397-426.
 - Šišić, B., 2003a: The Gardens of the Benedictine Abbey on the Island of Lokrum. Dubrovnik Annals 7 (1): 99-122.
 - Šišić, B., 2003b: Vrtni prostori povijesnog predgrađa Dubrovnika. Od Pila do Boninova. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Zavod za povijesne znanosti u Dubrovniku, Dubrovnik.
 - Šverko, A., 2009: Ferme ornée Garagninovih u Divulgama kod Trogira. Radovi Instituta za povijest umjetnosti 33(1): 217-226.
 - Trinajstić, I., 2008: Biljne zajednice Republike Hrvatske. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
 - Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A., (ed.) 1964-1980, 1993: Flora Europaea 1-5. Cambridge University Press, United Kingdom.
 - Turland, N. J., J. H. Wiersema, F. R. Barrie, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kubler, D.-Z. Li, K. Marhold, T. W. May, J. McNeill, A. M. Monro, J. Prado, M. J. Price, G. F. Smith (Eds.), 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php/>
 - Visiani, R., 1863: Sulla vegetazione e sul clima dell'isola di Lachroma in Dalmazia. Coen, Trieste.
 - Wawra H., Fr. Abel, 1886: Bougainvillea. Wiener Illustrirte Garten-Zeitung 19(1): pp 457-458.
 - Wawra, H., 1866: Botanische ergebnisse der reise Seiner Majestät des Kaisers Von Mexico Maximilian I. nach Brasilien (1859-60). Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn, Wien, pp 11.
 - The Plant List <http://www.theplantlist.org/> (accessed: January 08, 2020)

- Wawra, H., 1875: Über die Eucalyptus – Anpflanzung in Pola. Österreichische botanische Zeitschrift, 25(1): 25–26. Archival documents (*Arhivski izvori*)
- Archivio di Stato di Trieste (AST), Amministrazione Castello di Miramare (1851-1930), N 30, f 74 Documentazione contabile della cassa dell' arciduchessa Carlotta, nn 4-370, 1859-60.
- Archivio di Stato di Trieste (AST), Amministrazione Castello di Miramare (1851-1930), N 31, f 75 Documentazione contabile della cassa dell' archiduchessa Carlotta nn 373-1233, 1861-62.
- Archivio di Stato di Trieste (AST), Amministrazione Castello di Miramare (1851-1930), N 32 f 76 Documentazione contabile della cassa degli arciduchi, nn 1-69, 1863.
- Archivio di Stato di Trieste (AST), Amministrazione Castello di Miramare (1851-1930), N 33, f 77 Documentazione contabile della cassa degli archiduci, nn 70-143, 1863.
- Archivio di Stato di Trieste (AST), Amministrazione Castello di Miramare (1851-1930), N 34, f 78 Documentazione contabile della cassa degli arciduchi, nn 144-237, 1863.
- Archivio di Stato di Trieste (AST), Amministrazione castello di Miramare (1851-1930), N 48, f 95 Registro „Prima nota“1857-67.
- Österreichische Staatsarchiv, AT-OeStA/HHStA PFF GDPFF SR 40-1 Lacroma: Verwaltung nach Kronprinz Rudolf, 1890-1909, AT-OeStA/HHStA PFF GDPFF SR 40-1.

SAŽETAK

Cilj je ovog istraživanja u okviru ornamentalnih lokrumskih vrtova, a temeljem izvornih arhivskih dokumenata pohranjenih u Državnom arhivu u Trstu (AST) i Državnom arhivu u Beču (OeStA), po prvi puta napraviti jedinstveni popis planski sađenih hortikulturnih biljnih svojti iz razdoblja uprave nadvojvode Ferdinanda Maksimilijana Habsburgškog na otoku Lokrumu (1859-69). Nadalje, cilj rada je prikazati u kojem omjeru su se danas očuvale planski sađene hortikulturne vrste iz Maksimilijanova vremena. Hortikultурne vrste u smislu ovog istraživanja, podrazumijevaju ne samo popise ukrasnih vrsta drveća i grmlja, nego i povrća, voća te zeljastih trajnica koje su sađene u tom razdoblju. Zbog vrijedne graditeljske baštine otok Lokrum (72 ha) je u cijelosti zajedno s povijesnom jezgrom Dubrovnika 1979. godine uvršten na listu svjetske kulturne baštine UNESCO. U biljnogeografskom pogledu Lokrum pripada eumediterskome području vazdazelenih šuma i makije hrasta crnike reda *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936 (Ilijanić i Hećimović 1989). U tablici 1 skupno su prikazani rezultati popisa bilja iz Maksimiljanovog razdoblja te inventarizacije sadašnjeg stanja. Ukupno je inventarizirano 256 svojti od čega 225 vrsta, 1 podvrsta, 3 varijeteta, 8 križanaca (hibrida) i 19 kultivara. Svojte pripadaju u 179 različitih rodova iz 80 porodica. Iz Maksimiljanova razdoblja utvrđeno je 213 svojti, od čega 184 vrste, 4 varijeteta, 8 križanaca i 17 kultivara. Alohtonih, egzotičnih svojti je bilo 193, od čega najviše s područja Srednje i Južne Amerike 66, azijskih vrsta 47, Australije 21, s Afrike 17 te s područja Sj. Amerike 13. Prema skupinama biljaka najviše je bilo trajnica (50; 23,5 %), slijede bjelogorične (26) i crnogorične stablašice (22, ukupno 48; 22,5 %) te grmolike (44; 20,1 %), dok je danas od ukupno 71 svojte (koja pripada u 43 porodice i 64 roda) prema inventarizaciji utvrđeno najviše grmolikih (20; 28,2 %), slijede bjelogorične stablašice (12) i trajnice (12; 16,9 %).

U arhivskim popisima se nalazi 20 svojti autohtonih u Hrvatskoj. Pri tome je broj autohtonih svojti bio izgledno veći, no u povijesnim dokumentima se u većini slučajeva pratila isključivo introdukcija egzota. Na Lokrumu su tada po prvi puta na ovome dijelu Jadrana introducirane sljedeće svojte; *Ananas comosus*, *Musa × paradisiaca*, *M. acuminata*, *Eucalyptus diversifolia*, *E. globulus*, *Araucaria araucana*, *A. columnaris*, *A. angustifolia*, *A. bidwillii*, *A. cunninghamii*, *Bougainvillea spectabilis* i *Citrus reticulata*. Od ukupno utvrđenih 51 ornamentalnih alohtonih svojti danas što je četvrtina u odnosu na Maksimilijanovo razdoblje, tek je 21 očuvana tj. ima kontinuitet iz tog vremena. Također, utvrđeno je da je danas na prostoru ornamentalnih vrtova prisutno 20 autohtonih svojti (od toga je 9 autohtonih ostalo prisutno iz Maksimiljanovog doba). Veći udio alohtonih egzotičnih biljaka nije uspio opstati zbog izostanka intenzivnog održavanja vrtova. Prema inventarizaciji 2018.-2019., danas je u okviru ornamentalnih vrtova na Lokrumu inventarizirana 71 svojta, koja pripada u 43 porodice i 64 roda. Na otoku su danas prisutne 3 invazivne vrste: *Nicotiana glauca*, *Robinia pseudoacacia* i *Opuntia ficus-indica*. Otok Lokrum je danas u cijelosti zaštićen kao posebni rezervat šumske vegetacije uključivo područje ornamentalnih vrtova iz Maksimiljanova razdoblja. Prema tomu bi eventualna reintrodukcija određenih svojti trebala biti sukladna ekološkim, fitocenološkim i krajobraznim značajkama područja Lokruma. Pri obnovi vrtova trebala bi se razmatrati selektivna reintrodukcija, onih svojti koje značajno doprinose obnovi stilskih karakteristika ovih vrtova u vremenu u kojem su stvarani. Pri tome isključujući sve invazivne, ali i potencijalno invazivne svojte koje nisu na službenim popisima invazivnih biljaka, poput svojti iz roda *Pittosporum*, *Mesembrianthemum*, *Acacia* i dr. Ovdje objavljen popis svojti ornamentalnih Maksimilijanovih vrtova iz arhivskih izvora, bit će polazište za proces obnove koji ove vrtove očekuje.

KLJUČNE RIJEČI: vrtovi otoka Lokruma, Dubrovnik, Maksimilijan Habsburški, introdukcija, alohtone hortikultурne vrste, botanička analiza

GROWTH AND STRUCTURE OF ITALIAN ALDER (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) LINEAR PLANTATION AT AGE 11 AND 16 YEARS AT FRUŠKA GORA (SERBIA)

RAST I STRUKTURA LINIJSKOG ZASADA TALIJANSKE
JOHE (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) U DOBI 11 I 16 GODINA
NA FRUŠKOJ GORI (SRBIJA)

Martin BOBINAC¹, Siniša ANDRAŠEV², Nikola ŠUŠIĆ³, Andrijana BAUER-ŽIVKOVIĆ⁴, Đura JORGIĆ⁵

SUMMARY

Growth and structure of Italian alder (*Alnus cordata* /Loisel/ Duby) trees were analyzed in a linear plantation established by planting two-year-old seedlings at Fruška Gora (Serbia). The aim of this paper is to point out the growth characteristics and the structure of the Italian alder linear plantation at age 11 and 16 years and contribute to the knowledge of adaptive and productive potential of the species in the available plantation in Serbia.

The spacing between the trees was 7 m (200 trees per hectare). The plantation is located on anthropogenically changed pedunculate oak and hornbeam site at 125 m above sea level. On the basis of 35 measured trees at age 11 and 16 years, the top height was 15 and 21 m, and the Lorey's mean height 13.4 and 19.5 m. The dominant diameter was 32.4 cm at age 11 and 59.4 cm at age 16 years. The mean quadratic diameter was 25.1 and 47 cm. The productivity of the plantation is high. At age 11 years, the basal area was 9.9 m²·ha⁻¹, and the standing volume 107.2 m³·ha⁻¹ while at age 16 years, it was 34.7 m²·ha⁻¹ and 305.1 m³·ha⁻¹, respectively.

In the period from 11 to 16 years of age, the periodic annual increment in diameter was 4.4 cm·year⁻¹, height 1.22 m·year⁻¹, and in basal area and volume 4.9 m²·ha⁻¹·year⁻¹ and 39.6 m³·ha⁻¹·year⁻¹, respectively, pointing to fast growth of Italian alder.

Despite the limits due to a small sample and the fact that the linear plantation was analyzed, we generalise the following conclusion: the measured growth characteristics at age 11 and 16 years of Italian alder trees show that the species can grow fast and could be usable in similar areas.

KEY WORDS: *Alnus cordata* (Loisel) Duby, introduction, diameter and height distribution, growth increment.

INTRODUCTION

UVOD

The range of Italian alder (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) is small. It is found in Italy in the southern Apennines, and

mountains of northeastern Corsica in France. The altitudinal range is from 200 to 1600 m (Ducci and Tani 2009). In Italy, the species is considered to be a very important Noble Hardwood (Turok et al., 1996). It was introduced to

¹ Dr Martin Bobinac, Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Serbia, martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs, Corresponding author

² Dr Siniša Andrašev, senior research associate (andrasev@uns.ac.rs), University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13d, 21102 Novi Sad, Serbia

³ MSc Nikola Šušić, Research Trainee

⁴ MSc Andrijana Bauer-Živković

⁵ Graduate Forest Engineer

Belgium, Netherlands, Portugal, Spain and United Kingdom (Shaw et al., 2017), and recently in Chile (Loewe et al., 2013) and New Zealand (Praciak et al., 2013). The species is characterised by rapid growth (Ducci and Tani, 2009), and lives in symbiosis with nitrogen-fixing bacteria *Actinomyces alni* (*Frankia alni*) /Woronin 1866/ Von Tubeuf 1895/ (Benson et al., 2004) thus improving soil fertility (Chiti et al., 2007; Innangi et al., 2017). For this reason, it is recommended as ideal for afforestation and reforestation (Innangi et al., 2017). It was used in windbreak plantations where better results were observed compared to poplars and willows (Praciak et al., 2013). The species is used as ornamental since it is considered to be one of the most decorative *Alnus* species (Mitchell 1979; Krüssmann 1984). In Croatia, *A. cordata* is recorded as decorative tree species (Ettinger 1892; Vidaković 1986; Karavla 1994; Durasović 1997). The first report of Italian alder in Serbia is from a linear plantation at Fruška Gora (Bobinac et al., 2015a).

Italian alder is a broadleaved tree species that can reach a height of more than 25 m in natural forests (Ducci and Tani 2009), or up to 28 m in favourable conditions (Shaw et al., 2017) with diameter at breast height of more than 65 cm (Ducci and Tani, 2009). The species can grow over 15 m high in 20 years (Mitchell 1979; Shaw et al., 2017). According to Clark et al. (2008), the species can grow over 5 m tall until the age of 6 years.

Compared to other *Alnus* species, the Italian alder is less dependent on permanent standing water (Shaw et al., 2017) and grows well on calcereous soil (Russel et al., 2007). Within its range, the species prefers damp soils, but can adapt to different soils and can even be found on dry sites in lowland areas or mountains (Burnie and Foulis, 2004; Shaw et al., 2017).

Italian alder can be managed both as high and coppice stands (Ducci and Tani, 2009; Praciak et al., 2013). According to Praciak et al. (2013), suggested rotation is 25–30 years in coppice management. It is used as ancillary species in mixed plantations for timber production of high quality, and for biomass production (Caudullo and Mauri, 2016). Main tree species in mixed plantations supported by ancillary nitrogen-fixing species show higher diameter (Corazzesi et al., 2010; Bianchetto et al., 2013; Testaferrri et al., 2019) and height increment (Corazzesi et al., 2010; Testaferrri et al., 2019). In mixed plantations, Italian alder integrates well with *Juglans regia* (Tani et al., 2006; Cutini and Giannini, 2009) and pedunculate oak (Buresti and Frattagiani, 1992; Corazzesi et al., 2010; Battipaglia et al., 2017).

The aim of this paper is to point out the growth characteristics and the structure of the Italian alder linear plantation at age 11 and 16 years and contribute to the knowledge of adaptive and productive potential of the species in the available plantation in Serbia.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

Research object – *Objekt istraživanja*

The research was conducted in the plantation of Italian alder established at the end of 2005 in Erdevik, National park “Fruška Gora” ($\varphi = 45^{\circ}07'N$, $\lambda = 19^{\circ}21'E$). The seedlings used for the plantation were 1.5–2.0 m tall and two years old. The seedlings were produced from seed and donated by a forestry engineer, nurseryman and collector Đura Jorgić. The seeds were collected in the arboretum Lisičine (Croatia) where this species was previously recorded (Vidaković 1986). The plantation establishment was performed in the form of linear plantation — in some parts there was one, and in other two rows of seedlings with 7 m spacing between them (200 trees per hectare).

The plantation was established in the coastline of the reservoir Bruje at 125 m above sea level where zonal plant community is *Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 59/ Rauš 1971 (Tomić 2013). The coastline is characterised by a pioneer shrub community of grey willow (Alliance: *Salicion cinereae* Th. Müller & Görs 1958.).

The mean annual air temperature is 11.3°C (absolute minimum $-29.5^{\circ}C$; absolute maximum $43.6^{\circ}C$) according to weather station Sremska Mitrovica. Around 60% of the mean annual precipitation (614.2 mm) falls during the growing season (data from Republic Hydrometeorological Service of Serbia for the period 1981–2010, Source: <http://www.hidmet.gov.rs/>).

Measurements and data analysis of growth – *Premjer i analiza podataka o rastu*

The sample used for the dendrometric measurements at age 11 and 16 years was comprised of 35 numbered trees. The trees were solitary until age of 8 years when branches of adjacent trees were touching. Tree vitality was assessed according to Visual Tree Assessment guide described by Mattheck and Breloer (1994). Diameter at breast height (DBH) was calculated from circumference of trees measured at breast height with accuracy ± 1 mm. The total height was measured with Vertex III (Haglöf Sweden AB, Långsele, Sverige) with accuracy ± 0.1 m. Basic descriptive statistics – arithmetic mean (x^-), standard deviation (s_x), coefficient of variation (CV), minimum (min), maximum (max), skewness and kurtosis — were calculated for every of the measured (diameter and height) and calculated growth characteristics (basal area, volume) as well as h/DBH ratio and periodic annual increments (PAI) calculated as the difference between two successive growth element measurements of each tree divided by amount of years between measurements (Pretzsch, 2009).

On the basis of the collected data, the mean quadratic diameter (d_g), the mean diameter of 20% thickest trees (D_{dom}),

the Loray's mean height (h_L) and the top height based on 20% thickest trees (H_{dom}) were calculated. The standing volume of the plantation was calculated using volume tables for black alder (Mirković 1975) with the analytical shape:

$$V_{bole} = 1.98087 \cdot \left(\frac{DBH}{100} \right)^{1.51338} \cdot h^{0.22385} \cdot 10^{0.05904} [\text{m}^3] \quad [1]$$

$$V_{branches} = 14.59 \cdot \left(\frac{h-2}{h} \right)^{2-5.25} \cdot \left(\frac{h-2}{h} \right) + 3.45 [\text{m}^3] \quad [2]$$

The height curves were fitted using the function of Chapman-Richards. Power function was used to fit the relation between h/DBH ratio and corresponding diameters at breast height. Linear function was used to fit the relation between the trees' PAI of growth characteristics and their initial values (at age 11 years).

RESULTS

REZULTATI

Growth of the trees and the linear plantation – *Rast stabala i zasada*

High values of mean diameters and heights were recorded in Italian alder linear plantation (Table 1). On the basis of

the calculation that there are 200 trees per hectare, the basal area was close to $10 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ at age 11 years and volume was slightly over $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. At age 16 years, basal area was close to $35 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and volume slightly over $300 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

The diameter distributions are unimodal in both measurements. Most of the trees are in the diameter class 22.5 cm (age 11 years) and 47.5 cm (age 16 years) — Figure 1. DBH arithmetic mean is in the modal diameter class in both of the measurements. The DBHs at age 11 years were within the range of 13–35 cm with the coefficient of variation of 23%. At age of 16 years, the DBHs were within the range of 25–64 cm with the coefficient of variation reduced by 1.4% since the age of 11 years while the standard deviation increased by twofold.

In both of the measurements, the diameter distributions were characterised by weak left skewness and platykurtic shape (Table 2).

The height range was between 10.3 and 16.2 m at age 11 years and 14.5 and 22.9 m at age 16 years. As trees age, the standard deviation of the height distribution slowly increases while coefficient of variation decreases. The distribution shape changes with age as well. At age 11 years, the distribution shape is skewed to the right and platykurtic

Table 1. Growth of the trees in the linear plantation at age 11 and 16 years.

Tablica 1. Rast stabala u zasadu u starosti 11 i 16 godina.

Age Starost	H_{dom}	h_L	D_{dom}	d_g	N	G	V
[year] [godina]	[m]	[m]	[cm]	[cm]	[trees] [stabala]	$[\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}]$	$[\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}]$
11	15.0	13.4	32.4	25.1	200	9.89	107.2
16	21.0	19.5	59.4	47.0	200	34.68	305.1

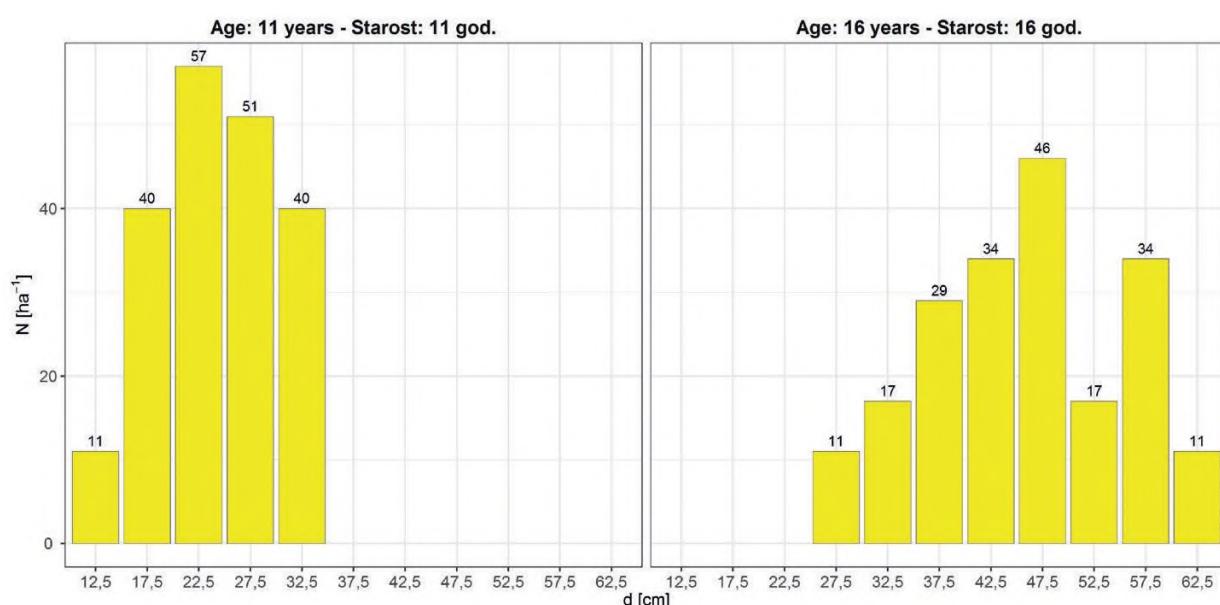


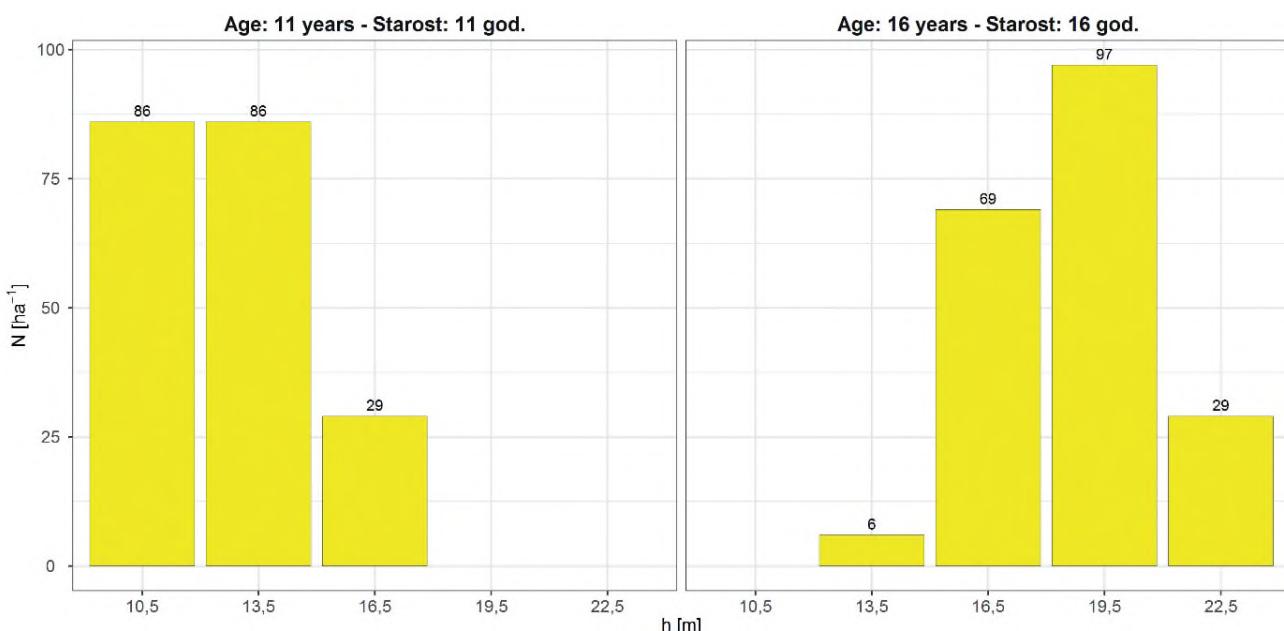
Figure 1. Diameter distribution of the trees in the linear plantation at age 11 and 16 years.

Slika 1. Debljinska struktura stabala u zasadu u starosti 11 i 16 godina.

Table 2. The height and diameter structure of the trees at age 11 and 16 years.

Tablica 2. Struktura stabala po debljini i visini u starosti 11 i 16 godina.

Growth characteristic <i>Značajka rasta</i>	Age <i>Starost</i>	n	\bar{x}	min	max	s_d	CV	skew	kurt
Diameter – $d_{1,3}$ [cm]	11	35	24.5	13.0	34.9	5.62	23.0	-0.065	-0.611
Promjer – $d_{1,3}$ [cm]	16	35	46.0	25.3	63.7	9.91	21.6	-0.117	-0.814
Height – h [m]	11	35	12.8	10.3	16.2	1.77	13.8	0.307	-1.001
Visina – h [m]	16	35	19.0	14.5	22.9	1.94	10.2	-0.120	-0.181

**Figure 2.** Height distribution of the trees in the linear plantation at age 11 and 16 years.

Slika 2. Visinska struktura stabala u zasadu u starosti 11 i 16 godina.

and at age 16 years it is skewed to the left and slightly platykurtic (Table 2).

Height distribution, expressed by grouping heights into 3 m wide height classes has a reverse J-shaped distribution at age 11 years and normal unimodal shape at age 16 years (Figure 2).

Height curves and h/DBH ratio – Visinske krivulje i stupanj vitkosti

Obtained measure of fit of the height curves show that 55% of the variability of tree heights can be attributed to their

corresponding diameters at age 11 years. This relationship is less expressed at age 16 years (Table 3, Figure 3).

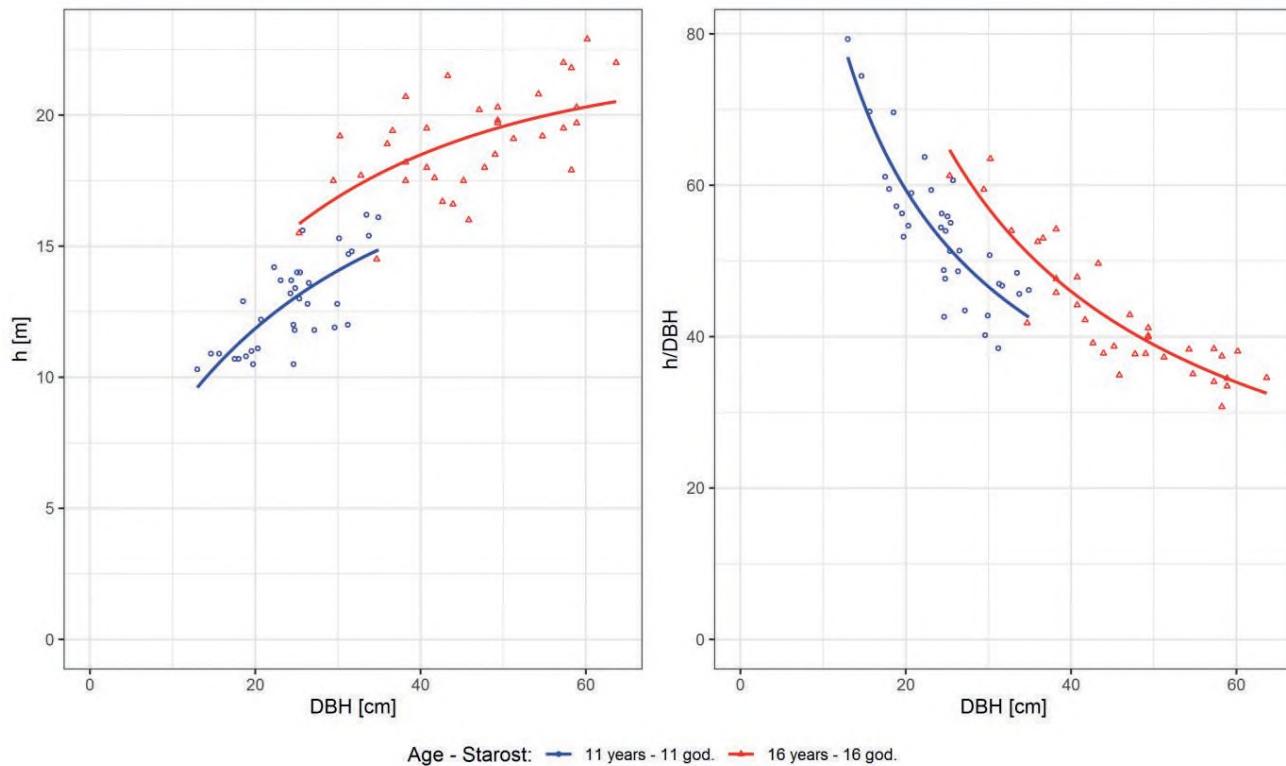
The slenderness coefficient expressed as h/DBH ratio points to static stability of the trees. At age 11 years, h/DBH ratio was 38–79 (54 on average) and 38–79 (43 on average) at age 16 years. Accordingly, as the h/DBH ratio decreases, its variability slightly increases and the distribution keeps its right asymmetry as kurtosis shifts from platykurtic at age 11 to mesokurtic shape at age 16 years (Table 4).

The relationship between h/DBH ratio and corresponding diameters at breast height has a reverse J-shaped distribution that was successfully fitted with power function (Figure 3).

Table 3. Model parameters and measures of fit of height curves.

Tablica 3. Parametri modela visinskih krivulja i njihova ocjena u starosti 11 i 16 godina.

Age <i>Starost</i>	Model:			Measures of fit <i>Ocjena modela</i>	
	a	b	c	s_e [m]	R^2
11	118.9969	0.000344	0.486983	1.184	0.550
16	84.49238	0.000115	0.297155	1.548	0.362

**Figure 3.** Height curves (left) and h/DBH ratio curves (right) in the plantation at age 11 and 16 years.

Slika 3. Visinske krivulje i krivulje ovisnosti stupnja vitkosti o prsnim promjerima u starosti zasada 11 i 16 godina.

Table 4. The structure of h/DBH ratio at age 11 and 16 years.

Tablica 4. Struktura stabala po stupnju vitkosti u starosti 11 i 16 godina.

Growth characteristic <i>Značajka rasta</i>	Age <i>Starost</i>	n	\bar{x}	min	max	s_d	CV	skew	kurt
h/DBH ratio	11	35	54.1	38.5	79.3	9.45	17.5	0.765	0.557
<i>Stupanj vitkosti — h/DBH</i>	16	35	42.8	30.7	63.5	8.44	19.7	0.960	0.080

Most of the h/DBH ratio variability (75% at age 11 and 81% at age 16 years) can be attributed to the corresponding DBHs (Table 5).

The increments of the trees and the linear plantation — *Prirost stabala i zasada*

Tree vitality assessment showed that the trees are very vigorous (best score according to the classification of Mattheck and Breloer, 1994). The good vitality status of the trees and the plantation is confirmed by recorded increments (Table 6).

Distribution shapes of diameter and height PAI are different — diameter PAI is slightly skewed to the right and platykurtic while height PAI is skewed to the left and almost mesokurtic. The distribution shapes of basal area and volume PAI's are very similar and characterised by slight right asymmetry and platykurtic shape. From age 11 to 16 years, h/DBH ratio has an annual average decrease of 2.25, and the range of decrease is 0.68–4.10 (Table 7).

The relationship between the trees' PAI (diameter) and their corresponding diameters at age 11 years is well described by a linear regression model where 50% of the variability

Table 5. Model parameters of h/DBH ratio depending on DBH of trees and measures of fit at age 11 and 16 years.

Tablica 5. Parametri modela stupnja vitkosti u ovisnosti od prsnih promjera stabala i njihova ocjena u starosti 11 i 16 godina.

Age <i>Starost</i>	Model:			Measures of fit <i>Ocjena modela</i>	
	a	b	s_e	R^2	
11	356.6646	-0.59837	4.739	0.748	
16	718.9356	-0.7454	3.662	0.812	

Table 6. PAI's of growth characteristics of the linear plantation at age 11 and 16 years.

Tablica 6. Prosječni tečajni godišnji prirast značajki rasta zasada u periodu od 11. do 16. godine.

Age Starost	$i_{H_{dom}}$	i_{h_L}	$i_{D_{dom}}$	i_{dg}	I_G	V
[year] [godina]	[m·year ⁻¹] [m·god ⁻¹]	[m·year ⁻¹] [m·god ⁻¹]	[cm·year ⁻¹] [cm·god ⁻¹]	[cm·year ⁻¹] [cm·god ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹] [m ² ·ha ⁻¹ ·god ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹] [m ³ ·ha ⁻¹ ·god ⁻¹]
11–16	1.20	1.22	5.4	4.4	4.96	39.57

Table 7. The structure of trees' PAI's in the period 11–16 years.

Tablica 7. Deskriptivna statistika prosječnih tečajnih godišnjih prirasta stabala u razdoblju od 11. do 16. godine.

PAI's of growth characteristics Prirast značajki rasta	n	\bar{x}	min	max	s_d	CV	skew	kurt
i_d [cm·year ⁻¹] [cm·god ⁻¹]	35	4.3	2.5	6.5	1.02	23.7	0.183	-0.779
i_h [m·year ⁻¹] [m·god ⁻¹]	35	1.23	0.74	1.66	0.21	17.1	-0.607	-0.096
i_g [cm ² ·year ⁻¹] [cm ² ·god ⁻¹]	35	248	74	445	104.0	42.0	0.299	-0.974
i_v [dm ³ ·year ⁻¹] [dm ³ ·god ⁻¹]	35	198	77	322	67.1	33.9	0.206	-0.991
h/DBH development razvoj h/DBH	35	-2.25	-4.10	-0.68	0.84	37.3	-0.216	-0.574

Table 8. Model parameters of PAI's of growth characteristics in relation to the values at age 11 years.

Tablica 8. Parametri modela prosječnih tečajnih godišnjih prirasta značajki rasta od njihovih veličina u 11. godini.

PAI's of growth characteristics Prirast značajki rasta	a	b	R ²	s_e	t-value t-vrijednost	p-value p-vrijednost
i_d [cm·year ⁻¹] [cm·god ⁻¹]	1.155875	0.128331	0.498	0.735	32.76	0.0000
i_h [m·year ⁻¹] [m·god ⁻¹]	1.436382	-0.0159	0.017	0.214	0.58	0.4498
i_g [cm ² ·year ⁻¹] [cm ² ·god ⁻¹]	47.98623	0.404137	0.707	57.1	79.69	0.0000
i_v [dm ³ ·year ⁻¹] [dm ³ ·god ⁻¹]	45.23696	0.284652	0.683	38.4	71.02	0.0000
h/DBH development razvoj h/DBH	-0.10127	-0.03979	0.201	0.760	8.33	0.0068

can be attributed to the initial values of DBHs. The relationship between the trees' PAI (basal area and volume) and their corresponding basal area and volume values is even better described by the linear regression model where 68.3–70.7% of variability can be attributed to their initial values.

The trees' height PAI was not correlated to their initial values at age 11 years. However, the change of h/DBH in the period from age 11–16 years has a pronounced negative linear trend — the trees with higher h/DBH at age 11 years had a more pronounced decrease (Table 8).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Italian alder was recently introduced to Serbia and reported in a linear plantation at Fruška Gora (Bobinac et al., 2015a). The first results of growing Italian alder in the linear plantation showed that the top height was 14.6 m and dominant diameter 32.1 cm at 11 years of age (Bobinac et al., 2015b). The values for H_{dom} of 21.0 m, D_{dom} of 59.4 cm and height and diameter PAI ($1.2 \text{ m} \cdot \text{year}^{-1}$ and $5.4 \text{ cm} \cdot \text{year}^{-1}$) at age 16 years show that the species grows rapidly. Basal area of nearly $35 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and volume of the plantation of over 300

$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ show that the plantation is very productive in researched conditions. Mean height of 9.9–10.4 m and mean DBH of 15.1–16.4 cm were measured in a pastoral system with *A. cordata* in New Zealand, at $3 \times 4 \text{ m}$ spacing, at age 11 years (Devkota et al., 2009). According to Praciak et al. (2013), in the coppice stands (15–20 years rotation) of the most productive region of Italy, the highest recorded mean annual increment is $16 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ($12\text{--}13 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ on average). However, a wide spacing of 7 m allows the trees to use large growing space, therefore more light and soil compared to different forms of plantations in the same spacing. The calculated volume and volume PAI are thus only approximate, therefore representing the potential of the species (Table 1 and 6). The trees have large leaf area due to crown length. In this plantation, the leaves keep green colour until the fall (end of November), or even until the middle of December in some years (Figure 4) so this trait represent an asset for high increment values at 7 m spacing. The long retention of leaves, until the November or December was described by Praciak et al. (2013) as well.

Vitality assessment and growth characteristics of trees at age 11 and 16 years in the plantation show that the species is characterised by rapid growth, similar to poplars. In a



Figure 4. Leaf-fall phenophase of Italian alder (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) in the linear plantation in the area of Erdevik: 14/12/2014 (Photo: N. Stanković).

Slika 4. Fenofaza opadanja listova talijanske johe (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) u linijskom zasadu na području Erdevika: 14.12.2014. (Foto: N. Stanković).

two-row linear plantation of cl. I-214 at age 10 years, Mar- ković and Živanov (1980) recorded diameters of 30–40 cm, heights of 20–25 m and volume of $519 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

The Italian alder trees in the plantation have monopodial growth, conical bole axis and low-hanging branches due to weak competition for growing space. Slenderness coefficient, as the bole form indicator (Pretzsch 2009), decreases with trees age. At age 11 years, slenderness coefficient was 54 on average and 43 at age 16 years. Italian alder has fragile wood so tip breakages were recorded on some of the trees that quickly regenerated. If high density plantations are to be established, and thinnings prescribed, optimal spacing as well as the possibility of mixed species plantations should be investigated first, as the species is prone to branching. In high density plantations, heavy and frequent thinnings are recommended because of the fast growth of Italian alder (Praciak et al., 2013).

In the researched area, the maturation and pollen dispersal of male flowers of Italian alder occurs mostly at the end of

January or the beginning of February, and is recorded on some of the trees at the end of December (Bobinac et al., 2015a). Italian alder is a nearly-flowering species, and in context of climate change could be important for beekeeping in the area, together with common hazel (*Corylus avellana* L.), that is more widely grown in plantations.

Despite the limits due to small sample and the fact that the linear plantation was analyzed, we generalise the following conclusion: the measured growth characteristics at age 11 and 16 years of Italian alder trees show that the species can grow fast and could be usable in Serbia — as a fast-growing tree species in plantations or as decorative in urban areas.

ACKNOWLEDGEMENT ZAHVALA

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia [Project No: 451-03-68/2020-14/200197; 451-03-68/2020-14/200053 and 451-02-68/2020/14/200169].

REFERENCES LITERATURA

- Battipaglia, G., F. Pelleri, F. Lombardi, S. Altieri, A. Vitone, E. Conte, R. Tognetti, 2017: Effects of associating *Quercus robur* L. and *Alnus cordata* Loisel. on plantation productivity and water use efficiency. Forest Ecology and Management 391: 106.–114.
- Benson, D.R., B.D. Vanden Heuvel, D. Potter, 2004: Actinorhizal symbioses: diversity and biogeography. In: Gillings M., Holmes A. (eds.): Plant Microbiology. Garland Science/BIOS Scientific, London/New York: 97.–128.
- Bianchetto, E., A. Vitone, C. Bidini, F. Pelleri, 2013: Effetto di differenti tipologie di consociazione sull'accrescimento e sulla qualità del noce comune (*Juglans regia* L.) in un impianto di arboricoltura da legno nell'Italia centrale. Ann Silvic Res 37(1): 38.–44.
- Bobinac, M., S. Andrašev, M. Perović, A. Bauer-Živković, Đ. Jorgić, 2015a: Italian alder (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) — new species for allochthonous dendroflora of Serbia. Glasnik Šumarskog fakulteta 111: 21.–36., Beograd
- Bobinac, M., S. Andrašev, M. Perović, A. Bauer-Živković, Đ. Jorgić, 2015b: Growth elements of Italian Alder (*Alnus cordata* /Loisel./ Duby) trees — potentially applicable species in Serbia. In: V. Ivetić, D. Stanković (Eds.), International conference „Re-forestation Challenges“. 03–06 June 2015, Belgrade, Serbia, Proceedings: Reforesta, 276.–281., Belgrade
- Burnie, G., L. Foulis, 2004: Botanica: The illustrated AZ of over 10,000 garden plants and how to cultivate them (No. Sirsi) i9783833112539.
- Buresti, E., M. Frattegiani, 1992: Mixed stands for high quality wood production. First results from an experimental plantation of pedunculate oak (*Quercus robur*) and Italian alder (*Alnus cordata*). Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura 23: 183.–199.
- Caudullo, G., A. Mauri, 2016: *Alnus cordata* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. European atlas of forest tree

- species. Publications Office of the European Union, Luxembourg, ppe015443+.
- Chiti, T., G. Certini, A. Puglisi, G. Sanesi, A. Capperucci, C. Forte, 2007: Effects of associating a N-fixer species to monotypic oak plantations on the quantity and quality of organic matter in minesoils. *Geoderma* 138(1–2): 162.–169.
 - Clark, J.R., G.E. Hemery, P.S. Savill, 2008: Early growth and form of common walnut (*Juglans regia* L.) in mixture with tree and shrub nurse species in southern England. *Forestry* 81(5): 631.–644.
 - Corazzesi, A., A. Tani, F. Pelleri, 2010: Effetto della consociazione e del diradamento in un impianto di arboricoltura da legno con latifoglie di pregio dopo oltre 20 anni dall'impianto. *Annals of Silvicultural Research* 36: 37.–48.
 - Cutini, A., T. Giannini, 2009: Effetti della consociazione con *Alnus cordata* sulla funzionalità di impianti di noce comune (*Juglans regia* L.) sottoposti a diradamento. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 6(1): 29.–38.
 - Devkota, N.R., P.D., Kemp, J. Hodgson I. Valentine, I.K.D Jaya, 2009: Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. *Agroforestry systems* 76 (2): 363.–374.
 - Ducci, F., A. Tani, 2009: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of Italian alder (*Alnus cordata*). Bioversity International: 1.–6., Italy, Rome
 - Durasovic, P., 1997: Unošenje egzotičnog drveća i grmlja na Dubrovačko područje. *Šumarski list* 121(5–6): 277.–289.
 - Ettinger, J., 1892: Botanički vrt kr. sveučilišta Franje Josipa I. u Zagrebu. *Šumarski list* 9–10: 409.–422.
 - Innangi, M., T. Danise, F. d'Alessandro, E. Curcio, A. Fioretto, 2017: Dynamics of organic matter in leaf litter and topsoil within an Italian alder (*Alnus cordata* (Loisel.) Duby) ecosystem, *Forests*, 8(7), 240.
 - Karavla, J., 1994: Dendrološka i šumsko-uzgojna važnost starih parkova u Samoboru. *Šumarski list* 7–8: 221.–223.
 - Krüssmann, G. (1984): Manual of cultivated broad-leaved trees and shrubs. Vol. 1. B–T Batsford, London
 - Loewe, V., A. Álvarez, L. Barrales, 2013: Growth development of hardwood high value timber species in central south Chile, South America. In: 4th International Scientific Conference on Hardwood Processing 2013, Vol. 1, No. 2: 50.–61.
 - Marković, J., N. Živanov, 1980: Osvrt na razvoj topola na Bokanjačkom blatu kod Zadra. *Topola* 125–126, Institut za topolarstvo, 44.–47., Novi Sad
 - Mattheck, C., H. Breloer, 1994: Field guide for visual tree assessment (VTA). *Arboricultural Journal* 18(1): 1.–23.
 - Mirković, D., 1975: Zapreminske tablice za johu na Deliblatskom pesku. Deliblatski pesak, *Zbornik radova III, Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u Šumarstvu broj 75*. Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar, Beograd, Šumsko industrijski kombinat Pančevo: 135.–145., Beograd
 - Mitchell, A. 1979: Die Wald-und ParkbäumeEuropas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
 - Praciak, A., N. Pasiecznik, D. Sheil, M. van Heist, M. Sassen, C. S. Correira, C. Dixon, G. Fyson, K. Rushforth, C. Teeling, editors, 2013: The CABI encyclopedia of forest trees. CABI, Oxfordshire, UK.
 - Pretzsch, H., 2009: Forest dynamics, growth, and yield. In: *Forest Dynamics, Growth and Yield*, Springer: 1.–39., Berlin, Heidelberg.
 - Russel, T., C. Cutler, M. Walters, 2007: *Trees of the World: An Illustrated Encyclopedia and Identifier*. Hermes House.
 - Shaw, K., B. Wilson, S. Roy, 2017: *Alnus cordata*. The IUCN Red List of Threatened Species2017:e.T194657A117268007.http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T194657A117268007.en
 - Tani, A., A. Maltoni, B. Mariotti, 2006: Gli impianti da legno di *Juglans regia* realizzati nell'area mineraria di S. Barbara (AR). Valutazione dell'effetto di piante azotofissatrici accessorie. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 3(4): 588.–597.
 - Testaferrari, G., E. Bianchetto, C. Bidini, M. Terradura, F. Pelleri, 2019: Confronto tra differenti schemi e densità d'impianto in piantagioni a prevalenza di rovere (*Quercus petraea* [Matt.] Liebel.): uncaso di studio in Umbria. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology* 16(1), 40.–47.
 - Turok, J., G. Eriksson, J. Klenischmit, S. Canger, 1996: Noble hardwoods network: Report of the 1st meeting, 24–27 March 1996, Escherode, Germany, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy
 - Tomić, Z., 2013: Natural forest communities of Fruška Gora national park in light of the latest syntaxonomical and ecosystem principles. *Hrvatska misao*, Br. 1 (61), nova serija sv. 46. Matica Hrvatska Sarajevo: 25–42, Sarajevo.
 - Vidaković, M., 1986: Arboretum Lisičine. ROŠ „Slavonska šuma“ Vinkovci: 1.–87., Zagreb
 - ***Republički hidrometeorološki zavod Srbije: http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13274

SAŽETAK

Analizirani su rast i struktura linijskog zasada talijanske johe (*Alnus cordata* /Loisel/ Duby) na Fruškoj gori (Srbija). Cilj ovoga rada je da ukaže na elemente rasta i strukturu linijskog zasada talijanske johe u starosti 11 i 16 godina, i time doprinese upoznavanju adaptivnog i proizvodnog potencijala ove vrste u raspoloživom zasadu u Srbiji.

Zasad je osnovan dvogodišnjim sadnicama s međusobnim razmakom 7 m, odnosno sa 200 stabala po hektaru, na antropogeno izmijenjenom staništu lužnjaka i graba, na nadmorskoj visini 125 m. Na temelju usporednog dendrometrijskog premjera 35 stabala u dobi 11 i 16 godina, dominantna visina iznosila je 15 i 21 m, a srednja visina po Loraju 13,4 i 19,5 m. Dominantni promjer iznosio je 32,4 cm u 11. godini, a 59,4 cm u 16. godini, dok je srednji promjer iznosio 25,1 cm i 47 cm. Na te-

melju izračuna da se po hektaru nalazi 200 stabala u 11. godini temeljnica je iznosila blizu $10 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, a volumen preko $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, a u 16. godini temeljnica je iznosila blizu $35 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, a volumen preko $300 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tablica 1). Debljinska struktura stabala u zasadu je unimodalna u obje životne dobi (Tablica 2, Slika 1), a visinska struktura iskazana grupiranjem visina u stupnjeve širine 3 m, ima opadajući oblik u 11. godini i zvonasti unimodalni oblik u 16. godini (Tablica 3, Slika 2). Parametri modela ovisnosti visina stabala o njihovim početnim prsnim promjerima i značajke njegove ocjene ukazuju da se u dobi 11 godina 55% varijabilnosti visina može pripisati njihovim prsnim promjerima, dok je u dobi 16 godina ovisnost manje izražena (Tablica 3, Slika 3). Stupanj vitkosti opada sa starošću. U dobi 11 godina stupanj vitkosti je bio u rasponu 38–79, prosječno 54, a u dobi 16 godina u rasponu je 31–64, prosječno 43 (Tablica 4, Slika 4). U razdoblju od 11. do 16. godine tečajni prirast promjera iznosio je $4,4 \text{ cm} \cdot \text{god}^{-1}$, visine $1,22 \text{ m} \cdot \text{god}^{-1}$, a temeljnice i volumena po hektaru $4,9 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$ i $39,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$ (Tablica 6). Oblik raspodjele tečajnog prirasta prsnih promjera, temeljnica i volumena stabala je sličan, sa slabo izraženom desnom asimetrijom i platikurtičnim rasporedom, a tečajni prirast visina stabala karakterizira izražena lijeva asimetrija i neizražen platikurtični raspored. U razdoblju 11.–16. godine stupanj vitkosti se prosječno smanjuje za veličinu 2,25 godišnje, uz raspon od 0,68–4,10 (Tablica 7). Zavisnost tečajnih prirasta promjera, temeljnica i volumena o njihovim početnim veličinama u 11. godini dobro opisuje linearni model, gdje se 50–70% varijabiliteta može pripisati njihovim početnim veličinama. Tečajni prirast visina nije uvjetovan njihovim visinama u dobi 11 godina. Međutim, promjena stupnja vitkosti u razdoblju 11–16 godina ima jasno izražen negativan linearan trend, odnosno stabla s većim stupnjem vitkosti u dobi 11 godina također su imala i veći pad (Tablica 8). Uz sva ograničenja za generalizaciju zaključaka zbog malog uzorka stabala i linijskog zasada značajke rasta u 11. i 16. godini dobi ukazuju da talijanska joha ima karakteristike brzog rasta i može predstavljati potencijalno primjenjivu vrstu u sličnim područjima.

KLJUČNE RIJEČI: *Alnus cordata* (Loisel) Duby, introdukcija, visinska i debljinska struktura, prirast.



Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

STIHL kvaliteta razvoja: STIHL je jedini proizvođač motornih pila u svijetu koji je sam razvio svoje lance i vodilice. Na taj način se osigurava savršena usklađenost svih triju komponenti prilikom rada- pile, lanca i vodilice.

STIHL proizvodna kvaliteta: STIHL lanci izrađeni su " Švicarskom preciznošću " u STIHL tvornici u Wilu (Švicarska). Proizvode se na specijalnim strojevima koje su također razvijeni i proizvedeni od strane firme STIHL.

Vrhunska rezna učinkovitost: STIHL- ovi lanci za pile neće svoju kvalitetu i preciznost u rezanju pokazati samo na STIHL motornim pilama, nego i na pilama drugih proizvođača.

SEED DORMANCY REMOVAL TREATMENTS AND GERMINATION CHARACTERISTICS OF *Acer trautvetteri* Medvedev SEEDS

METODE SAVLADAVANJA DORMANTNOSTI I ZNAČAJKE KLIJAVOSTI SJEMENA VRSTE *Acer trautvetteri* Medvedev

Hanife Erdođan Genc^{1*}, Ali Ömer Üçler²

SUMMARY

In this study, seed dormancy removal and germination characteristics of *Acer trautvetteri* Medvedev, is one of the major maple species of the eastern Black Sea region, were studied. To do that, the seeds were collected in 2008 three times with approximately 15-days intervals. In order to remove dormancy, several germination treatments were applied. The treatments were (1) different seed collection time, (2) soaking in water, (3) cold-moist stratification and (4) GA₃ (gibberellic acid) application. The treated seeds were germinated in growing chamber at 5 °C and in greenhouse conditions. This research indicated that seeds of *Acer trautvetteri* exhibit physiological dormancy and require stratification period to remove seed dormancy. The highest germination percentage in the growing chamber subjected to GA₃ application after eight weeks of stratification treatment was 66 % for *Acer trautvetteri* seeds. The highest germination percentage in greenhouse was obtained with cold stratification after eight weeks (81 %). Although GA₃ treatment had a positive effect on germination in growth chamber + 5 °C, GA₃ treatment had a negative effect on germination in greenhouse conditions. Soaking in water of nonstratified seeds wasn't any significant difference on seed germination. There was a positive correlation between seed collection time and germination ($r=0.59$). As a result, the third collection time (in october) should be preferred as seed collection time in *Acer trautvetteri* seeds, considering that it may vary according to the climatic conditions of the year.

KEY WORDS: *Acer trautvetteri*; seed; dormancy; stratification; gibberellic acid

INTRODUCTION UVOD

Acer trautvetteri Medvedev has a geographic distribution in Caucasia and Turkey. It ranges between 400 m and 2100 m. It is especially common in North Eastern Anatolia and is also common in the region of Kirkilareli, Balıkesir, İstanbul, Kocaeli, Bolu, Sinop, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize and Artvin in Turkey (Ansın and Ozkan 1997; Davis 1969). Maple are well known for their autumnal colour (Kumar et al. 2017). Also, many of the maples have ornamental value be-

cause of their attractive foliage, interesting crown shape, flowers and fruit (Ansın and Ozkan 1997; Zasada and Strong 2008; Ognjenović et al. 2018). Maple wood has a light color and is used in veneer and furniture manufacturing (Ulker and Hiziroglu 2018). *Acer trautvetteri* grows fast and has a economic value for the forest industry (Korkut and Büyüksarı 2006). Furthermore, *Acer trautvetteri* wood could be used by applying proper heat treatment methods in some areas such as windows frame (Korkut and Guller 2008). Acer seeds are accepted by several researchers in the class of seeds with seed dormancy (Bradbeer 1988; Peroni 1995;

¹ Dr. Hanife Erdogan Genc, East Black Sea Forestry Research Institute, Trabzon, Turkey

² Prof. Dr. Ali Omer Ucler, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey, ucler@ktu.edu.tr
Corresponding author:hanifeerdogangenc@ogm.gov.tr

Derkx 2000; Piotto and Noi 2003; Gleiser et al. 2004; Zasada and Strong 2008). Also, several studies have shown that *Acer* seeds have dormant embryo (Webb and Wareing 1972; Pinfield et al. 1987; Pinfield and Stutchbury 1990; Marković et al. 2019). *Acer* species seeds have different pre-germination requirements according to seed ripening time and the nature of dormancy (Phartyal et al. 2002). In Maple species, an endogenous dormancy is generally seen due to requiring a rest period after maturation of the embryo (Ucler and Turna 2005). There are different techniques for the removal of dormancy in *Acer* seeds depending on the types of dormancy. Dormancy was removed by cold-moist stratification in many *Acer* species (Farmer and Cunningham 1981; Tylkowski 1995; Tremblay et al. 1996; Savage et al. 1998; Bourgoin and Simpson 2004; Gultekin 2007; Farhadi et al. 2013; Erdogan Genc and Ucler 2020). In addition to cold-moist stratification, gibberellic acid also promotes breaking seed dormancy and stimulates seed germination in many species (Chen and Chang 1972; Beyhan et al. 1999; Phartyal et al. 2003; Drăghici and Abrudan 2010; Stejskalová et al. 2015; Kumar et al. 2017). Although *Acer trautvetteri* spreads naturally in the Eastern Black sea forests, it can not be produced sufficiently in both private and forest nurseries. The use of naturally spreading species in reforestation studies is one of the main principles. In this study, seed dormancy removal of *Acer trautvetteri*, one of the important *Acer* species of the eastern Black Sea region, were studied. The aim of the present study was to investigate the effect of different seed

collection time, cold-moist stratification, GA₃ and soaking applications on seed dormancy removal and germination in *Acer trautvetteri* seeds.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

Seed material – *Sjemenski materijal*

The seeds were collected from district of Şalpazarı, Geyikli village (800m, 45°16'450 E) in Trabzon, Turkey at three different times with 15-day intervals (on September 12, 2008; on September 27, 2008; on October 10, 2008). The beginning of the greyish brown colour of the seed was decided as first collection time (Chauhan and Arun 1998). The seeds were harvested at three times with approximately 15-days intervals. Seed collected trees were marked with red oil paint. Thus, the same trees were used for different seed collection times. The harvested seeds were labeled and put into black plastic bags. The seeds were dewinged by hand and air-dried in the laboratory. The seeds were placed in glass jars after they reached approximately dry air humidity (10 ± 2 %) and stored in a cooler (+4 °C). The initial moisture content, the 1000-seed weight and seed viability according to Tetrazolium test of *Acer trautvetteri* seeds were determined for each collection time. The initial moisture content was determined by using drying oven method at 104 ± 1 °C 17 hour (ISTA, 1996).

Table 1. Laboratory and Greenhouse Experiments

Tablica 1. Tretmani u laboratoriju i u stakleniku

Treatments Tretmani	Laboratory experiments Laboratorijski pokus	Greenhouse experiments Staklenički pokus
1	No soaking and direct germination treatment Bez močenja i sjetva odmah nakon sakupljanja	No soaking and direct sowing treatment Bez močenja i sjetva odmah nakon sakupljanja
2	48 hr soaking and germination treatment 48-satni postupak močenja ispitivanje klijavosti	48 hr soaking and sowing 48 sati močenja i sjetva
3	8 week (w) stratification (st.) and germination treatment 8 tjedana (t) stratifikacija (st.) i ispitivanje klijavosti	No soaking + 8 w stratification Bez močenja + 8 t stratifikacije
4	No soaking + 50 ppm GA ₃ Bez močenja + 50 ppm GA ₃	48 hr soaking + 8 w stratification 48 sati močenja + 8 t stratifikacije
5	48 hr soaking + 50 ppm GA ₃ 48 sati močenja + 50 ppm GA ₃	No soaking + 100 ppm GA ₃ Bez močenja + 100 ppm GA ₃
6	8 w stratification (st.) + 50 ppm GA ₃ 8 t stratifikacije (st.) + 50 ppm GA ₃	48 h soaking + 100ppm GA ₃ 48 sati močenja + 100ppm GA ₃
7	No soaking + 100 ppm GA ₃ Bez močenja + 100 ppm GA ₃	No soaking + 8w stratification + 100ppm GA ₃ Bez močenja + 8 t stratifikacije + 100ppm GA ₃
8	48 hr soaking + 100ppm GA ₃ 48 sati močenja + 100ppm GA ₃	48 hr soaking + 8 w stratification + 100ppm GA ₃ 48 sati močenja + 8 t stratifikacije + 100ppm GA ₃
9	8 w stratification + 100 ppm GA ₃ 8 t stratifikacije + 100 ppm GA ₃	No soaking + 400ppm GA ₃ Bez močenja + 400ppm GA ₃
10	No soaking + 400 ppm GA ₃ Bez močenja + 400 ppm GA ₃	48 hr soaking + 400 ppm GA ₃ 48 sati močenja + 400 ppm GA ₃
11	48 hr soaking + 400ppm GA ₃ 48 sati močenja + 400ppm GA ₃	No soaking + 8w stratification + 400ppm GA ₃ Bez močenja + 8 t stratifikacije + 400ppm GA ₃
12	8 w stratification + 400 ppm GA ₃ 8 t stratifikacije + 400 ppm GA ₃	48 hr soaking + 8 w stratification + 400 ppm GA ₃ 48 sati močenja + 8 t stratifikacije + 400 ppm GA ₃

Laboratory and Greenhouse experiments – *Tretmani u laboratoriju i u stakleniku*

In this study, treatments of growth chamber and greenhouse are shown in Table 1.

Laboratory Experiments – *Istraživanje u laboratoriju*

The seeds were soaked for 48 hour in water at room temperature ($22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) (Genc 2012) before germination and sowing treatments in order to break dormancy caused by seed coat. Also, the seeds were treated with cold-moist stratification treatment to break seed dormancy. The seeds were mixed with approximately % 40 humidified sand and placed in plastic bags, and then stored in the refrigerator (at 4°C) for cold-moist stratification treatment (Saatcioglu 1971; Yahyaoglu and Olmez 2005). In pre-experiments, the highest germination percentage of stratified seeds was obtained in seeds treated with stratification for 8 weeks. Therefore, stratification period was determined as 8 weeks in this study. As a different treatment, the seeds collected different collection time were treated with GA_3 (Giberellic acid; 50,100,400 ppm) for 24 hours and germinated in growth chamber (Table 1). Germination tests were conducted in petri dishes (ISTA 1996) and 100 (4 X 25) seeds were used for each germination test. Petri dishes and filter paper were sterilized in the oven at 160°C for approximately 2 hours. Petri dishes covered and randomly placed in growth chamber. The seeds with radicles longer than 3 mm were thought to be germinated and taken from the petri dishes (Jensen 2001). Germination tests were considered completed when there was no germination for 14 consecutive days (Tremblay et al. 1996). In pre-experiments, the highest germination percentage of *Acer trautvetteri* seeds was observed in germination experiments at $+5^{\circ}\text{C}$. Therefore, in this study, the germination experiments were carried out at $+5^{\circ}\text{C}$.

Tablo 2. Results of ANOVA for effects of different pretreatments on seed germination

Tablica 2. Rezultati ANOVA za utjecan različitih načina predsjetvene pripreme na klijavost sjemena

Variable Source	Sum of Squares	Degree of freedom	Mean square	F –value	p – value
Izvor varijabolisti	Suma kvadrata	Stupnjevi slobode	Srednji kvadrat	F - vrijednost	P - vrijednost
Collection time	308,22	2	154,11	0,5	0,60
Vrijeme sakupljanja					
Stratification	11160,22	2	5580,11	18,32	0,00*
Stratifikacija					
GA_3 application	8868,00	3	2956,00	9,70	0,00*
Primjena GA_3					
Collection time x Stratification	2944,44	4	736,11	2,41	0,05
Vrijeme sakupljanja x Stratifikacija					
Collection time x GA_3 application	714,00	6	119,00	0,39	0,88
Vrijeme sakupljanja x primjena GA_3					
Stratification x GA_3 application	1459,33	6	243,22	0,79	0,57
Stratifikacija x primjena GA_3					
Collection time x Stratification x GA_3 application	1062,66	12	88,55	0,29	0,99
Vrijeme sakupljanja x stratifikacija x primjena GA_3					

* $p < 0,05$ (There is a statistically difference)

* $p < 0,05$ (Postoji statistička razlika)

Greenhouse Experiments – *Istraživanja u stakleniku*

In order to evaluate the germination performance of *Acer trautvetteri* seeds in the greenhouse conditions, seed beds (soil) were used in the greenhouse at East Black Sea Forestry Research Institute. The seeds were subjected to soaking 48 hours water, 8 week stratification, soaking 48 hours water + 8 week stratification and GA_3 applications (100 and 400 ppm) (Table 1). 100 seeds were used for each treatment. The seeds were sown on seed bed by using line sowing method (Genc 2012). 50 seeds were sown in each line and sand-forest soil mixture was used as cover material. The irrigation in greenhouse was done by automatically. The temperature of morning, noon and evening in the greenhouse was measured by thermometer and recorded regularly from the beginning of germination to the end of germination. Germinants were recorded weekly.

Statistical Analysis – *Statistička analiza*

In the present study, data were analyzed using the SPSS statistical software. Correlation analysis, Analysis of variance (ANOVA), Duncan's test and Independent samples t-test were used (Ozdamar 2010).

RESULTS

REZULTATI

Laboratory Experiments – *Istraživanja u laboratoriju*

The seeds collected at three different times were germinated in the growing chamber at $+5^{\circ}\text{C}$ after they had been subjected to soaking 48 hours water, 8 week stratification and GA_3 applications (50, 100 and 400 ppm). The difference between the treatments was tested by analyses of variance and the significance of differences between groups was tested by Duncan's test (Table 2 and Table 3)

Tabel 3. Germination percentages and Duncan's test groups

Tablica 3. Klijavost sjemena i grupe Dunkanovog testa

Variable Source Izvor varijabilnosti	Treatments Tretmani	N	Mean value ± St. Deviation Srednja vrijednost ± st. Devijacija
Collection time Vrijeme sakupljanja	September 12 12.rujna	48	42,25 ± 24,36 a
	September 27 27.rujna	48	39,83 ± 20,49 a
	October 10 10.listopada	48	38,75 ± 15,61 a
Stratification* *Stratifikacija	8 week stratification 8 tjedana stratifikacije	48	52,25 ± 20,61 a
	No stratification Bez stratifikacije	48	37,25 ± 19,24 b
	48 hour soaking water + no stratification 48 sati močenja + Bez stratifikacije	48	31,33 ± 15,19 b
GA ₃ application Primjena GA ₃	GA ₃ 1:No GA ₃	36	27,44 ± 15,91 a
	GA ₃ 2:50 ppm GA ₃	36	40,44 ± 19,23 b
	GA ₃ 3:100 ppm GA ₃	36	45,78 ± 19,60 b
	GA ₃ 4: 400ppm GA ₃	36	47,44 ± 20,88 b

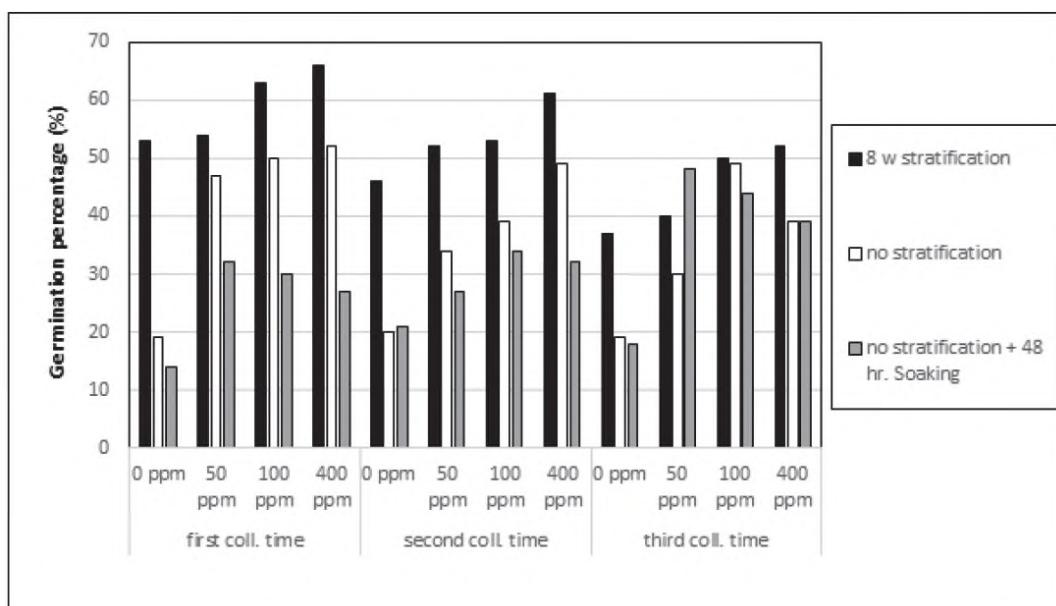
*Pretreatments of stratification and soaking + no startification were evaluated under this variable name

*Predtretmani stratifikacije i močenja + bez stratifikacije procijenjeni su pod ovim varijabilnim imenom

There was no effect of seed collection time on germination. Stratification treatment had a significant effect on germination ($p < 0,05$). There were no significant interactions between treatments (Table 2). The highest germination percentage was recorded after 8 weeks of cold-moist stratification (52,25 %). This result showed that 8 weeks cold-moist stratification significantly increased germination. Soaking in water of nonstratified seeds wasn't any significant difference on seed germination (Table 3). GA₃ treatment had a significant effect on germination (Table 2)

but there wasn't any difference between GA₃ doses (Table 3). Germination percentages were also evaluated in terms of treatments (Figure 1).

The highest germination percentage in the growing chamber was obtained in seeds collected at first seed collection time and subjected to 400 ppm GA₃ application after eight weeks of stratification (66 %). Germination percentage was lower in control seeds. The soaking seeds in water for 48 hour wasn't any significant effect on germination (Figure 1).

**Figure 1.** The effect of seed collection time, soaking in water, stratification and GA₃ treatments on germinationSlika 1. Utjecaj vremena prikupljanja i močenja u vodi, stratifikacije i primjene GA₃ na klijavost sjemena

Tablo 4.Results of ANOVA for effects of different pretreatments in the greenhouse

Tablica 4. Rezultati ANOVA za učinke različitih predtretmana u stakleniku

Variable Source Izvor varijabolisti	Sum of Squares Suma kvadrata	Degree of freedom Stupnjevi slobode	Mean square Srednji kvadrat	F-value F - vrijednost	P-value P - vrijednost
Collection time Vrijeme sakupljanja	492,11	2	246,05	1,51	0,23
Stratification Stratifikacija	3960,50	1	3960,50	24,32	0,00
GA ₃ application Primjena GA ₃	2419,44	2	1209,72	7,43	0,00
Collection time x Stratification Vrijeme sakupljanja x Stratifikacija	1027,00	2	513,50	3,15	0,05
Collection time x GA ₃ application Vrijeme sakupljanja x primjena GA ₃	1011,55	4	252,88	1,55	0,20
Stratification x GA ₃ application Stratifikacija x primjena GA ₃	577,00	2	288,50	1,77	0,18
Collection time x Stratification x GA ₃ application Vr. prik. Sjemena x Stratifikacija x primjena GA ₃	700,00	4	175,00	1,07	0,37

*p< 0,05 (There is a statistically difference)

*p< 0,05 (Postoji statistička razlika)

Tablo 5.Germination percentages and Duncan's test groups of *Acer trautvetteri* seedsTablica 5. Postotak klijavosti sjemena vrste *Acer trautvetteri* i grupe Dun- canovog testa

Variable Source Izvor varijabilnosti	Treatments Tretmani	Mean value ± St. Deviation Srednja ± std. devijacija
Collection time Vrijeme sakupljanja	September 12 12. rujna	44,16 ± 17,41a
	September 27 27. rujna	44,41 ± 11,67a
	October 10 10. listopada	49,83 ± 19,08a
Stratification* *Stratifikacija	8 week stratification 8 tjedana stratifikacije	53,55 ± 14,98a
	No stratification Bez stratifikacije	38,72 ± 14,30b
GA ₃ application Primjena GA ₃	GA ₃ 1:No GA ₃	54,33 ± 19,76a
	GA ₃ 2:100 ppm GA ₃	41,83 ± 10,98b
	GA ₃ 3:400 ppm GA ₃	42,25 ± 14,43b
Collection time* Stratification Vrijeme sakupljanja x Stratifikacija	Stratification Stratifikacija	
September 12 12.rujna	8 week stratification 8 tjedana stratifikacije	54,00 ± 16,58
	No stratification Bez stratifikacije	34,33 ± 12,17
September 27 27.rujna	8 week stratification 8 tjedana stratifikacije	46,50 ± 7,53
	No stratification Bez stratifikacije	42,33 ± 14,79
October 10 10.listopada	8 week stratification 8 tjedana stratifikacije	60,16 ± 16,74
	No stratification Bez stratifikacije	39,50 ± 15,75

*The comparison of two independent populations was done by t test to evaluate the effect of stratification (P=0,000)

*Usporedba dviju neovisnih populacija napravljena je pomoću t testa kako bi se procijenili učinci stratifikacije (P=0,000)

Greenhouse Experiments – Istraživanja u stakleniku

The seeds collected at three different times were sown (15.01.2009) in the greenhouse after they had been subjected to soaking in water for 48 hours, stratification for 8 week and GA₃ treatments (100 and 400 ppm). The air temperature in the greenhouse was at +4 °C in the morning, +7 °C at noon and +9 °C in the evening at the begining of first germination (26.01.2009). The average temperature in the greenhouse was at +11 °C in the morning, at +15 °C at noon and at +19 °C in the evening until the last date of germination. Germinants were counted at weekly. The difference between the treatments was tested by analyses of variance and the significance of differences between groups was tested by Duncan's test (Table 4 and Table 5).

There was no effect of seed collection time on germination in the greenhouse. The effect of stratification was significant on germination (p<0,05) (Table 4). While the avarage germination percentage of seeds sown after eight weeks of stratification period was 53,55 %, the germination percentage of seeds sown unstratified was 38,72 % (Table 5).GA₃ treatment had a significant effect on germination but this effect was negative. There was a significant interaction between seed collection time and stratification (Table 4). The highest germination was obtained in seeds collected at third collection time (october 10) and sown after 8 week cold stratification (60,16 %). Also, according to the results of the correlation analysis, there was a positive correlation between seed collection time and germination (r=0,59). Germination percentages were also evaluated in terms of treatments (Figure 2).

The highest germination percentage in the greenhouse was observed in seeds collected at third seed collection

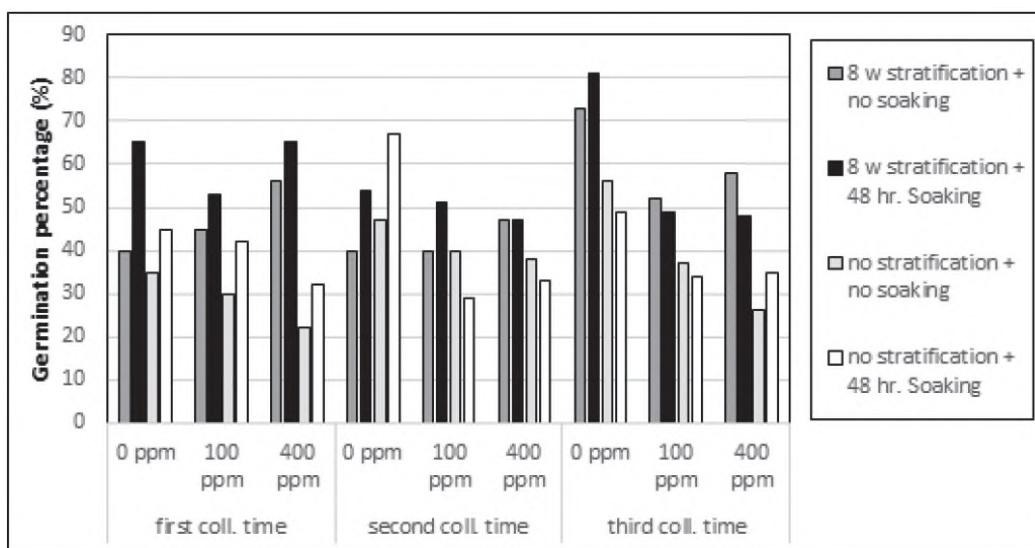


Figure 2. The effect of different pretreatments on germination of *Acer trautvetteri* seeds in green house

Slika 2. Učinci različitih predtretmana na klijavost sjemena vrste *Acer trautvetteri* u stakleniku

time and subjected to eight weeks of stratification period after soaking in water for 48 hour without GA₃ treatment (81 %).

DISCUSSIONS

RASPRAVA

The germination percentage of *Acer trautvetteri* seeds stratified for eight weeks was higher than seeds unstratified in both the growing chamber and the greenhouse conditions. This fact confirms that seeds of *Acer trautvetteri* exhibit physiological dormancy and require stratification period to remove seed dormancy. Similarly, Yilmaz (2007) and Varbeva and Iliev (2015) reported that *Acer trautvetteri* seeds exhibit physiological dormancy. Several researches have already investigated that some maples had seed dormancy and mature *Acer* seeds require at least eight weeks of cold moist stratification to overcome dormancy (Urgenc 1998; Piotto and Noi 2003; Nasari et al. 2018; Erdogan Genc and Ucler 2020). Also, Kumar et al. (2017) obtained highest percentage of germination in *Acer acuminatum* after cold moist stratification for a period of 60 day. Whereas, Yilmaz (2007) reported that the dormancy of *Acer trautvetteri* seeds was completely removed by three months of chilling but all seed germinated during the chilling period. In the present study, cold-moist stratification period was determined as eight weeks for *Acer trautvetteri* seeds in the preliminary trials. When the stratification period was prolonged, most of the seeds germinated during stratification period. This situation was also detected in *Acer cappadocicum* seeds (Erdogan Genc and Ucler 2020). Yahyaoglu et al. (2006) reported that seed germination during stratification period was an important factor in obtaining low germination in sowing. Because of this reason, stratification process should

be continued to species requiring stratification period before germination process until the first germinant appear in stratification medium. Because, the germination of the seeds in stratification medium negatively affected seed germination percentage. Urgenc (1998) also reported that stratification period could extend from one week to 3-4 weeks or even longer depending on the species. If stratification period extend, the seeds could begin to germinate during stratification medium. This situation was also detected in some *Maple* species (Urgenc 1998; Piotto and Noi 2003; Varbeva and Iliev 2015). Therefore, in the present study, stratification period was suggested as eight weeks because of this situation can be cause failure in sown. However, it is also stated that stratification period should be longer in order to break dormancy in seeds of *Acer saccharum* (Evans and Blazich 1999), five different *Acer* species (Yang and Lin 1999), *Acer ceasium* (Phartyal et al. 2003). Also, Farhadi et al. (2013) pointed out that the highest germination value of *Acer velutinum* seeds was obtained after 16 weeks of cold-moist stratification. In this study, it was determined that soaking unstratified seeds in water for 48 hours before germination trial was no statistically significant effect on germination in growth chamber conditions (Table 2). When treatments evaluated on the basis of individual, the highest germination percentage in the greenhouse was obtained from seeds collected at third seed collection time and subjected to eight weeks of stratification period after soaking in water for 48 hours without GA₃ treatment (81 %) (Figure 2). Smilarly, Bourgoin and Simpson (2004) reported that the highest germination value of *Acer pensylvanicum* seeds was obtained from seeds subjected to the moist chilling for 16 weeks after soaking 48 hours (92 %). Furthermore, it was observed that soaking different *Acer* seeds in water for 48 hr before germination trials increased germination rate

(Webb and Dumbroff 1969; Webb 1974). According to analysis of variance (Table 2), it was found out that GA₃ treatment had a significant effect on germination in growth chamber (+ 5 °C) but there wasn't any difference between GA₃ doses (Table 3). Similarly, Pawłowski (2009) reported that breaking of dormancy was stimulated by gibberellic acid in *Acer platanoides* seeds. GA₃ treatments of *Acer hyrcanum* seeds shortened the cold stratification period and increased germination but did not eliminate the requirement of cold stratification of the seeds (Naseri et al. 2018). In this study, it was found out that GA₃ treatment had a significant effect on germination in greenhouse conditions (Table 4), but this effect was a negative. These results indicate very clearly that GA₃ treatment of *Acer trautvetteri* seeds especially stratified before sowing in greenhouse doesn't have a positive effect on germination. Therefore, GA₃ application should not be preferred in the greenhouse sowing of *Acer trautvetteri* seeds. The same result has been determined in *Acer cappadocicum* seeds (Erdogan Genc and Ucler 2020). Similarly, Stejskalová et al. (2015) found out that gibberellic acid did not increase the germination percentage compared to stratified seeds in *Acer pseudoplatanus*. Furthermore, Webb and Wareing (1972) reported that GA₃ treatments had no effect for breaking dormancy in *Acer pseudoplatanus* seeds. Whereas, Zare (2014) obtained the highest percentage of germination in *Acer menspesolanum* subsp. *turcomanicum* after 500 ppm and 250 ppm gibberellic acid treatments with five months moist chilling. Although growth chamber and green house results both indicated that seed collection time did not seem to play a role as statistically on seed germination, there was a significant interaction between seed collection time and stratification in greenhouse conditions (Table 4). The highest germination was obtained in seeds collected at third collection time and sown after 8 eight weeks cold stratification (60,16 %). In addition, when germination percentages were also evaluated in terms of treatments, the highest germination (81 %) in the greenhouse was detected in the seeds collected at collection time 3. Also, there was a positive correlation between seed collection time and germination ($r=0.59$). As a result, the third collection time (in october) should be preferred as seed collection time in *Acer trautvetteri* seeds, considering that it may vary according to the climatic conditions of the year and different location on area of natural distribution of this species or population.

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALA

We would like to thank Karadeniz Technical University Scientific Research Projects Department (Project No:2005.113.001.1.) for financial supporting. This study was a part of Hanife ERDOĞAN GENÇ Ph.D thesis.

REFERENCES

LITERATURA

- Ansin, R. and Ozkan, Z.C., 1997: Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, p: 479-480, No:167/19, Trabzon.
- Beyhan, N., Marangoz, D. and Demir, T., 1999: The Effect of GA₃ and Stratification on Hazelnut Seed Germination and Seedlings Grown with and without Plastic Tube, Ondokuzmayis Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 14, 3, p:54-64, Samsun, Turkey.
- Bourgoin, A. and Simpson, J.D., 2004: Soaking, Moist-chilling and Temperature Effects on Germination of *Acer pensylvanicum* Seeds, Canadian Journal Forest Research, 34,10, p:2181-2185.
- Bradbeer, J.W., 1988: Seed Dormancy and Germination, Botany King's College London, Blackie Press, p:151, Newyork, USA.
- Chauhan, K.C. and Arun, K., 1998: Significance of Diameter Classes and Picking Dates on Seed Physical and Germination Traits in *Acer oblongum* Wall., Van Vigyan, 36, 1, 1-7, Nauni.
- Chen, Shepley S.C., and Chang, Judy, L.L., 1972: Does Gibberellic Acid Stimulate Seed Germination via Amylase Synthesis?, Plant Physiol., Vol.49, 441-442 p.
- Davis, P.H., 1969: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.II, Edinburg Universty Press, 578p., Edinburgh.
- Derkx, M.P.M., 2000: Pretreatment at Controlled Seed Moisture Content as an Effective Means to Break Dormancy in Tree Seeds, In: Viemont, J.D.(Editor), Dormancy in Plants: From Whole Plant Behaviour to Cellular control, CABI Publishing, USA, p:65-69.
- Drăghici, C., Abrudan, I.V., 2010: Dormancy Breaking of *Acer* and *Fraxinus* Seeds-a Brief Review, Bulletin of Transilvania University of Brașov, Vol.3 (52), p:29-32, Brașov.
- Erdogan Genc, H., Ucler, A.O., 2020: Effect of Different Treatments on Seed Dormancy Breaking and Germination in *Acer cappadocicum* Gleditsch var. *cappadocicum*, Šumarski List, 3-4, p:159-166
- Evans, E. and Blazich, F.A., 1999: Overcoming Seed Dormancy: Trees and Shrubs, Department of Horticulture Science, Horticulture Information Leaflets, NC State Universty, US (online) <https://content.ces.ncsu.edu/overcoming-seed-dormancy-trees-and-shrubs>.
- Farhadi, M., Tigabu, M., Arian, A.G., Sharifani, M., Daneshvar, A., Oden, O.C., 2013: Pre-sowing treatment for Breaking Dormancy in *Acer velutinum* Boiss. Seed lots, Journal of Forestry Research, 24(2):273-278, Northeast Forestry University, Harbin, China.
- Farmer, R.E. and Cunningham, M., 1981: Seed Dormancy of Red Maple in East Tennessee, Society of American Foresters, For. Sci., 27, 3, 446-448.
- Genc, M., 2012: Süs Bitkisi Yetiştiriciliği, Süleyman Demirel Üniversitesi yayınları, Yayın No:55, s. 325, Isparta.
- Gleiser, G., Carmen Picher, M., Veintimilla , P., Martinez, J., Verdü, M., 2004: Seed Dormancy in Relation to Seed Storage Behaviour in *Acer*, Botanical Journal of the Linnean Society, Volume 145, Issue 2, June 2004, p:203–208.
- Gultekin, H., C., 2007: Akçaąaç (L.) Türlerimiz ve Fidan Üretim Teknikleri, Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı Yayıncı, 24 s. Ankara.
- ISTA, 1996: İnternational Rules for Seed Testing, İnternational Seed Testing Association, Seed Science and Technology, Forest Service, US.

- Jensen, M., 2001: Temperature Relations of Germination in *Acer platanoides L.* Seeds, Danish Institute of Agricultural Sciences, Scand.J.For.Res., 16, 404-414, Aarslev, Denmark.
- Korkut, S., Büyüksarı, U., 2006: Some Mechanical Properties of Red-bud Maple (*Acer trautvetteri* Medw.) Wood Grown in Different Districts, Duzce University, Journal of Forestry, 2(2):24-31, Duzce-Turkey.
- Korkut, D.S., Guller, B., 2008: The Effects of Heat Treatment on Physical Properties and Surface Roughness of Red-bud Maple (*Acer trautvetteri* Medw.) Wood, Bioresource Technolgy 99, 2846-2851.
- Kumar, S., Shamet, G.S., Gupta, D., Kumari, N., Kumar, R. 2017: Effect of Stratification and Gibberellic Acid on Germination and Seedling Growth of *Acer acuminatum* in North Western Himalayas, Indian Forester, 143 (11):1105-1111, India.
- Marković, M., Grbić, M., Skočajić, D., Đukić, M., Đunisijević-Bojović, D. 2019: Affect of Different Seed Treatments on Dormancy Breaking and Germination of *Acer cappillipes* Maxim, Conference: X International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2019", Jajroina (online) <https://www.researchgate.net/publication/337593288>.
- Naseri, B., Tabari, M., Phartyal, S.S., Abedi, M., 2018: Deep Physiological Dormancy in Seeds of Balkan maple (*Acer hyrcanum*): A Rare Tree in the Hyrcanian Mountain Forests, Seed Science and Technology, 46, 3, 473-482.
- Ognjenović, M., Čehulić, I., Kaliger, A., Križanec, M., Laslo A., Seletković, I., Potočić, N. 2018: The Influence of Soil Conditioner "Herbafertil" On The Growth and Development of Amur Maple (*Acer tataricum* L. ssp. *ginnala* Maxim.) In A Nursery Trial, Šumarski list, 7-8, p: 351-362.
- Ozdamar, K., 2010: Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-I, 7. Baskı, Kaan Kitabevi, s:522, Eskişehir.
- Pawłowski, T.A., 2009: Proteome Analysis of Norway maple (*Acer platanoides* L.) Seeds Dormancy Breaking and Germination: Influence of Abscisic and Gibberellic Acid Seeds, Seed Science Research, 9, 48, Kornik, Poland.
- Peroni, P.A., 1995. Field and Laboratory Investigations of Seed Dormancy in Red maple (*Acer rubrum* L.) from the North Carolina, Forest Science, 41(2), 378-386., Department of Botany, Duke University, Durham, USA.
- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Koedam, N., Sandrine G., 2002: Ex situ Conservation of Rare and Valuable Forest Tree Species Through Seed-Gene Bank, Current science, 83, 11, pp.1351-1357.
- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S., Joshi G., 2003: Seed Dormancy in Himalayan maple (*Acer caesium*): Effect of Stratification and Phyto-Hormones, Seed Science and Technology, 31, 1, 1-11.
- Pinfield, N.J., Stutchbury P.A., Bazaid, S.A., 1987: Seed Dormancy in *Acer*: Is there A Common Mechanism for All *Acer* species and What Part is Played in it by Abscisic Acid, Physiologia Plantarum, 71, 365-371.
- Pinfield, N.J. and Stutchbury, P.A., 1990. Seed Dormancy in *Acer*: The Role of Testa-imposed and Embryo Dormancy in *Acer velutinum*, Annals of Botany, 66, 2, 133-137.
- Piotto, B. and Noi, A.D., 2003: Seed Propagation of Mediterranean Trees and Shrubs, ADAPT- Agency for The Protection of The Environment and for Technical Services, p.15, Roma, Italy.
- Saatcioglu, F., 1971: Orman Ağacı Tohumları, Tohumun Tedariki, Saklanması, Çimlenme Fizyolojisi, Kalite Kontrolü ile Önemli Ağaç ve Ağaççık Türlerinin Tohum Bakımından Özellikleri, İ.Ü.Yayın No: 1649, O.F.Yayın No: 173, Sayfa:109, İstanbul.
- Savage, W.E., Bergervoet, J.H.V., Bino, R.J., Clay, H.A. ve Groot, S.P.C., 1998: Nuclear Replication Activity During Seed Development, Dormancy Breakage and Germination in Three Species: Norway Maple (*Acer platanoides* L.), Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) and Cherry (*Prunus avium* L.), Horticulture Research International, Annals of Botany, 81, 519-526, The Netherlands.
- Stejskalová, I., Kupka, I., Miltner, S., 2015: Effect of Gibberellic Acid on Germination Capacity and Emergence Rate of Sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) Seeds, Journal of Forest Science, 61, 205 (8):325-331, Prague, Czech Republic.
- Tremblay, M.F., Mauffette, Y., Bergeron, Y., 1996: Germination Responses of Northern Red Maple (*Acer rubrum*) Populations, Society of American Foresters, Forest Science, 42, 2, 154-159.
- Tylkowski, T., 1995: Adaptation of Dormant Seeds to Sowing by Cyclically Repeated Soaking in Water, III. Sycamore maple, *Acer pseudoplatanus* L., Sylwan, 13, 7, 15-23, Kornik, Poland.
- Ucler, A.O., ve Turna, I., 2005: Tohum ve Fidanlık Tekniği, K.T.U. Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:78, s:126, Trabzon.
- Ulker, O., Hiziroglu, S. 2018: Thermo Mechanical Processing of Cappadocian Maple (*Acer c.*), Pro Ligno (www.proligno.ro), Online ISSN:2069-7430, Vol:14, pp.13-20.
- Urgenc, S., 1998: Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No:3994, Orman Fak. Yayın No:441, s:600, İstanbul.
- Varbeva, L., Iliev, N., 2015: Seed Qualities and Seed Dormancy Breaking of Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L.) seed, Forestry Ideas, vol. 21, No 1 (49): 97–105.
- Webb, D.P. and Dumbroff, E.B., 1969: Factors Affecting the Stratification Process in Seeds of *Acer saccharum*, Canada Journal of Botany, 47, 1555-1563.
- Webb, D.P. and Wareing, P.F., 1972: Seed Dormancy in Acer: Endogenous Germination Inhibitors and Dormancy in *Acer pseudoplatanus* L., Planta, 104, 2, 115-125.
- Webb, D.P., 1974: Germination Control of Stratified Sugar maple seeds, For.Chron, 50, 112-13.
- Yahyaoglu, Z., Olmez Z., 2005: Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği, Kafkas Üniversitesi, Yayın No:1, 142 s., Artvin.
- Yahyaoglu, Z., Olmez, Z., Eminagaoglu, O., Temel, F., Gokturk, A., 2006: Artvin-Çoruh Havzasında Doğal Olarak Yetişen Bazı Çali ve Ağaççık Türlerinin Fidan Üretim Tekniğinin Araştırılması, TÜBİTAK, Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu, Proje No: Tovag-3234, Sayfa: 24-29, Artvin.
- Yang J. ve Lin, T., 1999: Seed Storage Behavior of Five Species of *Acer*, Taiwan Journal of Forest Science, 14 (4), p. 479-492.
- Yilmaz, M., 2007: Depth of Dormancy and Desiccation Tolerance in *Acer trautvetteri* Medv. Seeds, Turk. J. Agric. For., 31, 201-205, TÜBİTAK, Turkey.
- Zare, A., 2014: A Study of Different Treatment Effect on Seed Germination Characteristics and Seedling Survival Montpellier Maple (*Acer menspezzolanum* subsp. *turcomanicum* Rech. F.), Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, Vol.4 (4), p. 455-464.
- Zasada, J.C. and Strong, T.F., 2008: Acer L., Woody Plant Seed Manual (online) <http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Acer.pdf>.

SAŽETAK

Vrsta *Acer trautvetteri* Medvedev geografski je rasprostranjen na Kavkazu i u Turskoj. Pridolazi na visinama od 400 do 2100 m. U ovom radu raspravljamo o savladavanju dormantnosti i značajkama klijanja sjemena vrste *Acer trautvetteri* Medvedev, jedne od glavnih vrsta javora u istočnom crnomorskom području. U tu je svrhu godine 2008. prikupljano sjeme u tri navrata s razmakom od 15 dana. Kako bismo savladali dormantnost, primijenili smo nekoliko tretmana klijanja. Tretmani su uključivali (1) različito vrijeme sakupljanja sjemena, (2) namakanje u vodi, (3) hladno-vlažnu stratifikaciju i (4), primjenu GA₃ (giberelinske kiseline). Tretirano sjeme klijalo je u komori rasta pri 5 °C i u stakleničkim uvjetima. Ovom studijom utvrđeno je da sjeme vrste *Acer trautvetteri* pokazuje fiziološku dormantnost i da je za savladavanje dormantnosti potreban period stratifikacije. Najviši postotak kljavosti sjemena vrste *Acer trautvetteri* u komori rasta uz primjenu GA₃ nakon osam tjedana stratifikacije iznosi je 66 %. Najviši postotak klijanja u stakleniku postignut je hladnom stratifikacijom nakon osam tjedana (81 %). Postotak klijanja sjemena vrste *Acer trautvetteri* stratificiranog tijekom osam tjedana bio je viši od postotka klijanja nestratificiranog sjemena i u komori rasta i u stakleničkim uvjetima. Ova činjenica potvrđuje da sjeme vrste *Acer trautvetteri* pokazuje fiziološku dormantnost i da je za savladavanje dormantnosti sjemena potreban period stratifikacije. Iako je tretman s GA₃ imao pozitivan utjecaj na kljavost u komori rasta pri +5 °C, tretman s GA₃ negativno je utjecao na klijanje u stakleničkim uvjetima. Namakanje nestratificiranog sjemena u vodi nije pokazalo neku značajniju razliku na kljavost sjemena. Postoji pozitivna korelacija između vremena prikupljanja sjemena i klijanja ($r=0.59$). Shodno tome, preporučuje se treće vrijeme prikupljanja (u listopadu) sjemena vrste *Acer trautvetteri*. Točno vrijeme sakupljanja sjemena može varirati ovisno o klimatskim godišnjim uvjetima.

KLJUČNE RIJEČI: *Acer trautvetteri*; sjeme, dormantnost, stratifikacija, giberelinska kiselina.



Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije (*Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers*) osnovana je na temelju Zakona o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije (NN 22/06).

Komora je samostalna i neovisna strukovna organizacija koja obavlja povjerene joj javne ovlasti, čuva ugled, čast i prava svojih članova, skrbi da ovlašteni inženjeri obavljaju svoje poslove savjesno i u skladu sa zakonom te promiče, zastupa i uskladjuje njihove interese pred državnim i drugim tijelima u zemlji i inozemstvu.

Članovi Komore:

- inženjeri šumarstva i drvne tehnologije koji obavljaju stručne poslove iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije.

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

- projektiranje, izrada, procjena, izvođenje i nadzor radova iz područja uzgajanja, uređivanja, iskorištavanja i otvaranja šuma, lovstva, zaštite šuma, hortikulture, rasadničarske proizvodnje, savjetovanja, ispitivanja kvalitete proizvoda, sudskoga vještačenja, izrade i revizije stručnih studija i planova, kontrola projekata i stručne dokumentacije, izgradnja uređaja, izbor opreme, objekata, procesa i sustava, stručno osposobljavanje i licenciranje radova u šumarstvu, lovstvu i preradi drva.

Javne ovlasti Komore:

- vodi imenik ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije,
- daje, obnavљa i oduzima licencije (odobrenja) pravnim i fizičkim osobama za obavljanje radova iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- utvrđuje profesionalne obveze članova i njihovo obavljanje u skladu s kodeksom strukovne etike,
- provodi stručne ispite za ovlaštene inženjere,
- drugi poslovi koji su utvrđeni kao javne ovlasti.

Akti koje Komora izdaje u obavljanju javnih ovlasti, javne su isprave.

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa interese svojih članova,
- daje stručna mišljenja kod pripreme propisa iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- organizira stručno usavršavanje svojih članova,
- izdaje glasilo Komore te druge stručne publikacije.

Članovima Komore izdaje se rješenje, pečat i iskaznica ovlaštenoga inženjera. Za uspješno obavljanje zadataka te posizvanje ciljeva ravnopravnog i jednakovrijednoga zastupanja struka udruženih u Komoru, članovi Komore organizirani su u strukovne razrede:

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

Članovi Komore imaju odgovornosti u obavljanju stručnih poslova sukladno zakonskim i podzakonskim aktima te Kodeksu strukovne etike.

PARK KRALJA PETRA KREŠIMIRA IV. U ZAGREBU – DRVENASTE BILJKE

KRALJ PETAR KREŠIMIR IV. PARK IN ZAGREB – WOODY PLANTS

Antonio VIDAKOVIĆ¹, Marilena IDŽOJTIĆ¹, Tonko MEGYERY², Dragan TURK³, Igor POLJAK^{1*}

SAŽETAK

Park kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu spomenik je parkovne arhitekture i jedan od povijesno važnih, starih parkova u gradu Zagrebu. Radi utvrđivanja sadašnjega stanja drvenastih biljaka u parku, napravljena je dendrološka analiza te je učinjena usporedba sadašnjega stanja dendroflore sa stanjem iz 1962. i 1995. godine. Biljke su determinirane u razdoblju od ljeta 2018. do ljeta 2019. godine, a u radu su analizirani sljedeći podaci: brojnost pojedinih svojti (vrsta, podvrsta, varijeteta, križanaca i kultivara), pripadnost porodici, areal, habitus, trajnost listova, boja cvjetova, vrijeme cvjetanja, plodovi te broj autohtonih i alohtonih svojti. Ukupno su zabilježene 122 svojte raspoređene unutar 36 porodica. Od toga sedam svojti pripada golosjemenjačama, a ostalo su kritosjemenjače. Broj svojti se povećao za 29 u odnosu na 1995. godinu, kada ih je bilo 93, odnosno za 44 u odnosu na 1962. godinu, kada ih je bilo 78. Danas, 40 od navedenih 93 svojte iz 1995. godine više nije prisutno u parku, kao ni 40 svojti zabilježenih 1962. godine. Autohtonih svojti je 28, a od alohtonih najviše je azijskih i sjevernoameričkih. Kao posebno vrijedni primjeri starog, velikog drveća svojom pojmom ističu se stabla ginka, hibridnih platana, virdžinijskoga draguna i mandžurskoga plutnjaka, koja su u parku od njegova osnutka i čine važan dio njegova vizualnog identiteta.

KLJUČNE RIJEČI: dendroflora, dendrološka analiza, drveće i grmlje, hortikultura, urbano zelenilo

UVOD INTRODUCTION

Danas se više nego ikad ističe važnost zelenih površina u gradskim sredinama. Njima se nastoji razbiti gradska monotonija te pružiti stanovnicima doticaj s prirodom i poboljšati njihovu kvalitetu života. Zelenilo je osnovni element identiteta jednoga grada, gdje ono osim estetske ima i niz drugih uloga, kao što su pročišćavanje zraka, zaštita od buke i prašine, ublažavanje temperaturnih ekstremra, zadržavanje vlage, očuvanje bioraznolikosti, sprečavanje erozije tla i mnoge druge. Osim toga, zelene površine imaju i

pozitivan utjecaj na psihofizičko zdravlje ljudi, jer su često korištene i u rekreativne svrhe.

Kroz stoljeća, u Zagrebu su sustavno nastajali perivojno-pejzažni prostori koji su se širili s gradom. Krajem 18. i početkom 19. stoljeća nastaju prvi veliki perivoji, Maksimir i Ribnjak (koji otvara svoja vrata javnosti tek 1946. godine), koji su do današnjega dana zadržali svoju funkciju i osebujnost (Sopina i sur. 2013). Osim njih, za Zagrepčane i njihove goste od posebnoga su značaja i sedam parkova i botanički vrt koji su dio takozvane Zelene ili Lenuzzijeve potkove.

¹ Antonio Vidaković, mag. ing. silv., prof. dr. sc. Marilena Idžojojić, doc. dr. sc. Igor Poljak, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Svetosimunska cesta 23, 10000 Zagreb

² Tonko Megyery, prvostupnik urbanoga šumarstva, zaštite prirode i okoliša, student diplomske studije Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

³ Dragan Turk, mag. ing. silv. spec. univ. silv., Javna ustanova Nacionalni park Risnjak, Bijela Vodica 48, 51317 Crni Lug

Korespondencija: doc. dr. sc. Igor Poljak, ipoljak@sumfak.hr

U međuratnom razdoblju nisu zabilježeni veći perivojno-pejsažni pothvati, već samo interpolacija unutar donjogradsko blokovske matrice, gdje se integriraju Trg kralja Petra Krešimira IV. i Trg žrtava fašizma (Sopina i sur. 2013). Početkom 20. stoljeća započinje plansko širenje grada na istok. Određivanje i planiranje novih urbanih i prometnih prostora rađeno je prema modelu prethodnoga stoljeća, pri čemu je potez reguliranog toka potoka Medveščak služio kao ishodište prepoznatljive strukture novoga istočnoga dijela grada, duž kojega je formiran Trg kralja Petra Krešimira IV. Time je taj, do tada rubni, sajmišni prostor grada poprimio karakter trga-parka, prometnoga čvorišta i prepoznatljivog elementa širega gradskoga prostora (Barišić 2002). Njegov karakter prometnoga čvorišta određen je njegovom velikom površinom i s čak deset prometnica koje prolaze njegovim područjem.

Tijekom stoljeća, taj još nedefiniran prostor postupno se oblikuje izgradnjom stambenih i javnih zgrada. Prve stambene zgrade realizirane su s istočne strane Trga, gdje je od 1923. do 1926. izgrađena stambeno-uredska zgrada "Činovnički dom", djelo arhitekta Valeriana Riesznera, koja je svojom velikom dimenzijom predočavala ambiciozno mjerilo toga novoga gradskoga prostora. Već sljedeće godine započinje definiranje i zapadnoga ruba Trga gradnjom sjeverne uglavnice arhitekata Slavka Benedika i Aladana Baranyaia te niza stambenih zgrada. Uz sjeverne radijalne prometnice, početkom 30-ih godina realizirane su dvije specifične trostrane uglavnice koje su bočno definirale još neizgrađenu parcelu sjeverne strane budućega Trga. Južni niz stambenih zgrada realiziran je nakon uređenja parka 1937. godine, a konačnu definiciju Trgu dala je nova, široka i reprezentativna prometnica u smjeru jugoistoka (danas Ulica kneza Višeslava), koja je presijecala dotada još u potpunosti nedefiniran prostor Trga (Barišić 2002).

Svjestan važnosti i značaja ovog novog gradskog prostora, danas poznatog kao Trg kralja Petra Krešimira IV., grad Zagreb za njegovo uređenje raspisuje prvi parkovni natječaj u Kraljevini Jugoslaviji na kojemu je prvonagrađeni projekt pejsažnoga slovenskoga arhitekta Cirila Jeglića realiziran 1937.-1938. godine. Bio je to prvi moderni gradski park u zemlji, koji je za razliku od do tada karakterističnoga dekorativno-reprezentativnoga uređenja parkovnih prostora imao izrazito naglašenu socijalnu namjenu. Projektant je iskoristio negativan čimbenik presijecanja parka prometnicom kako bi napravio park s dvije različite cjeline. Južni dio parka osmišljen je kao "prirodni" oblikovan prostor kojim dominira središnja livada omeđena krošnjama i zavojitim stazama. Sjeverna, manja cjelina podijeljena je na tri dijela: cvjetni vrt za odrasle, središnji parterni vrt i dječje igralište, prvo takvo u Hrvatskoj (Barišić 2002).

Zbog svoje lokacije i atraktivnosti, park nakon Drugoga svjetskog rata postupno gubi svoju cjelovitost i funkciju. Okolne zgrade se prenamjenjuju i stvaraju se novi prometni

pravci prema jugu, čime se gubi ciljana skupina korisnika parka. Daljnjom urbanizacijom ovaj park prerasta iz rubnog područja u pravo gradsko čvorište, zbog čega djelomično gubi i svoj meditativni karakter. Zbog toga, ali i zbog slabog održavanja i onečišćenja, do sada su provedena tri projekta obnove. Prvi je vodila arhitektica Mira Halambek-Wenzler 1979. godine, u kojemu je osim obnove bio predviđen i redizajn pojedinih dijelova, obogaćivanje vegetacije i inventara, ali i redukcija pojedinih elemenata. Međutim, projekt je tek djelomično realiziran. Istu sudbinu doživio je i projekt obnove i sanacije iz 1991. godine. Ubrzo nakon toga, 1997. godine, slijedi rekonstrukcija povjesnih vrijednosti, odnosno obnova staza, redizajn pojedinih elemenata, obnova vegetacije i inventara te dječjeg igrališta. Posljednji projekt obnove i revitalizacije proveden je 2016. godine. Tada je napravljena replika fontane "Kozmički ciklus vode", posadžene su nove biljke, obnovljene su kamene staze, postavljene su nove klupe i koševi za smeće. Obnovljen je i bazen i donji dio fontane te je postavljena nova pergola i rasvjetni stupovi s fenjerima. Park kralja Petra Krešimira IV., koji se nalazi na istoimenom trgu u Zagrebu, 2000. godine proglašen je spomenikom parkovne arhitekture i upisan u Upisnik zaštićenih dijelova prirode koji vodi Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Površina parka je 2,4 ha.

Danas, kada su biljke već u potpunosti razvijene, park pruža utočište i bijeg od gradskog sivila i užurbanosti, što je dokaz njegove uspješne borbe s urbanizacijom i modernizacijom grada Zagreba. Svjesni njegove povjesne, kulturne i dendrološke važnosti, odlučili smo ovom pomalo zanemarenom parku posvetiti pažnju, utvrditi njegovo današnje dendrološko bogatstvo i usporediti ga sa stanjem iz 1962. i 1995. godine.

MATERIJAL I METODE MATERIALS AND METHODS

Radi utvrđivanja sadašnjega stanja dendroflore u Parku kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu, biljke su determinirane u razdoblju od ljeta 2018. do ljeta 2019. godine, jer je za točno određivanje pojedinih svojstava bilo potrebno obuhvatiti i vegetativnu i generativnu fazu. Za potvrdu determinacije pojedinih svojstava korištena je sljedeća literatura: Brickell (2003), Hillier i Lancaster (2014), Idžočić (2005, 2009, 2013, 2019), Kelly (2004), Krüssmann (1972, 1976) i Roloff i sur. (1994–2019). Prema prikupljenim podacima napravljena je dendrološka analiza drvenastih biljaka u parku, a analizirani su sljedeći podaci: brojnost pojedinih svojstava (vrsta, podvrsta, varijeteta, križanaca i kultivara), pripadnost porodici, areal, habitus, trajnost listova, cvjetovi, vrijeme cvjetanja, plodovi, broj autohtonih svojstava i broj alohtonih svojstava s pojedinim kontinenata. Iz literature su korišteni popisi drvenastih svojstava prisutnih u parku prije 57 godina (Karavla 1962) i prije 24 godine (Turk 1995).

Znanstveni nazivi svojti navedeni su prema Erhardt i sur. (2014) i bazi podataka International Plant Names Index (IPNI), sukladno djelu International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Turland i sur. 2018). Imena autora znanstvenih naziva standardizirana su prema djelu Brummitt i Powell (1992). Hrvatski nazivi vrsta navedeni su prema Aniću (1946), Hermanu (1971), Idžojojić (2005, 2009, 2013), Vidakoviću (1982, 1993) i prema Šumarskoj enciklopediji I-III (1980, 1983, 1987). Nazivi kultivara navedeni su prema Hoffman (2016), sukladno djelu International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (Brickell i sur. 2016). Pripadnost porodicama navedena je prema Cronquistu (1981), Dahlgrenu i sur. (1985), Krameru i Greenu (1990) i Farjonu (2010).

REZULTATI I RASPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

Tijekom 2018. i 2019. godine, u Parku kralja Petra Krešimira IV., na istoimenom trgu u Zagrebu, determinirane su 122 drvenaste svojte (tablica 1). Od toga sedam svojti pripada golosjemenjačama, a ostalo su kritosjemenjače. Zabilježene su 83 vrste (šest golosjemenjača i 77 kritosjemenjača), dvije podvrste (obje kritosjemenjače), 30 kultivara (jedna golosjemenjača i 29 kritosjemenjača), šest križanaca (svi kritosjemenjače) i jedan varijetet (kritosjemenjača). Determinirane svojte pripadaju u 36 različitih porodica i 67 rodova, od čega golosjemenjačama pripadaju četiri porodice i sedam rodova. Svojtama najbrojniji rodovi su: *Acer* L. – javori (9), *Prunus* L. (6), *Berberis* L. – žutike i *Lonicera* L. – kozokrvine (po 5) te *Cornus* L. – drijenovi i *Spiraea* L. – suručice (po 4).

Prvi popis drvenastih svojti u parku na tadašnjem Lenjincu, danas Trgu kralja Petra Krešimira IV. napravio je Karavla (1962). On tada bilježi 78 svojti drveća i grmlja (tablica 1) od kojih neke nisu zabilježene niti na jednom kasnijem popisu: grozdasta žutika (*Berberis aggregata*), ljjetni jorgovan (*Buddleja davidii*), patisa (*Cephalotaxus harringtonii*), žuto drvo (*Cladrastis lutea*), mušmulice (*Cotoneaster dielsianus* i *C. nitidus*), crveni glog (*Crataegus mollis*), Fortuneova kurika (*Euonymus fortunei*), kultivar ‘Variegatus’ Fortuneove kurike (*E. fortunei* ‘Variegatus’), rani jasmin (*Jasminum nudiflorum*), kultivar ‘Plumosa’ kineske borovice (*Juniperus chinensis* ‘Plumosa’), kultivar ‘Aureoreticulata’ japanske kozokrvine (*Lonicera japonica* ‘Aureoreticulata’), kultivar ‘Elise Rathke’ ukrasne jabuke (*Malus* ‘Elise Rathke’), kultivar ‘Friedrichsenii’ grmastog petoprsnika (*Potentilla fruticosa* ‘Friedrichsenii’), pteleja (*Ptelea trifoliata*), kultivar ‘Inermis’ običnog bagrema (*Robinia pseudoacacia* ‘Inermis’), mandžurska ruža (*Rosa xanthiana* ‘Hugonis’), velecvjetna ruža (*R. multiflora*), kineska žalosna vrba (*Salix babylonica*), suručica (*Spiraea × bumalda*),

snežna lopta (*Viburnum opulus* ‘Roseum’) te kineska glicinija (*Wisteria sinensis*).

Od drveća sađenog u vrijeme osnivanja parka svojim izgledom i dimenzijama ističu se: ginko (*Ginkgo biloba*), hidridne platane (*Platanus × hispanica*), virdžinijski dragun (*Diospyros virginiana*) i mandžurski plutnjak (*Phelloden-dron amurense*). Od cvjetnih ukrasnih grmova značajni su: kultivar ‘Atropurpurea’ Thunbergove žutike (*Berberis × thunbergii* ‘Atropurpurea’), japanska dunjica (*Chaenomeles japonica*), cvijetni drijen (*Cornus florida*), japanska malolisna kalina (*Ligustrum ovalifolium*), ranocvjetna kozokrvina (*Lonicera × purpusii*), lovorvišnja (*Prunus laurocerasus*), ružičasta vajgelija (*Weigela florida*) i druge. To su svojte koje se zajedno s još 18 svojti nalaze na svim popisima dendroflore ovoga parka. Devet svojti zabilježeno je 1962. i 2019. godine, ali ne i 1995., što potencijalno može biti rezultat nepotpune ili krive determinacije, uzmemu li u obzir da Jurković i Jurković (1997) opisuju stablo američkoga koprivića (*Celtis occidentalis*) visine 14,5 m te prsnog promjera 72 cm, a ono se ne nalazi na popisu iz 1995. godine. Slična je situacija sa stablom dudovca (*Broussonetia papyrifera*), koje je evidentno starije od 24 godine, iako se ne nalazi na popisu iz 1995. godine.

Sljedeći popis drvenastih biljaka unutar parka daje Turk (1995), prema kojemu su u to vrijeme u parku bile prisutne 93 svojte drveća i grmlja (tablica 1). U razdoblju od 1995. godine do danas u park je introducirano 65 svojti koje prije toga u njemu nisu bile prisutne, kao npr. obična breza (*Betula pendula*), obično Judino drvo (*Cercis siliquastrum*), vitka i hrapava dojcija (*Deutzia gracilis* i *D. scabra*), hrastolisna hortenzija (*Hydrangea quercifolia*), sjajna i kalinasta kozokrvina (*Lonicera nitida* i *L. pileata*), pahisandra (*Pachysandra terminalis*), paulovnija (*Paulownia tomentosa*), vatreni trn (*Pyracantha coccinea*) i druge. S druge strane, neke vrste poput plave kupine (*Rubus caesius*), sviba (*Cornus sanguinea*), crne bazge (*Sambucus nigra*), bijelogog duda (*Morus alba*), nizinskoga briješta (*Ulmus minor*) i pajasena (*Ailanthes altissima*) samoniklo su se pojavile u parku i dio njih je potrebno ukloniti kako ne bi ometale rast i razvoj ostalog bilja, što se prvenstveno odnosi na plavu kupinu i pajasen. Dio navedenog samoniklog bilja mogao bi se ukloniti u strukturu parka, kao na primjer crna bazga i svib, čijim se plodovima hrane ptice i koje svojim ukrasnim bijelim cvjetovima doprinose proljetnom šarenilu parka. Od u novije vrijeme posađenih kultivara ističu se: kultivar bijelo obrubljenih listova ‘Elegantissima’ sibirskoga drijena i kultivar svjetložuto obrubljenih listova ‘Lemon Beauty’ sjajne kozokrvine, kultivari crvenih listova *Acer palmatum* ‘Atropurpureum’ i *Corylus maxima* ‘Purpurea’, kultivari Fortuneove kurike različito obojenoga lišća (‘Emerald Gaiety’, ‘Emerald ‘n’ Gold’, ‘Sunspot’), kultivar polegnutoga habitusa ‘Parkteppich’ vrbolisne mušmulice, kultivari stupastoga habitusa *Populus simonii* ‘Fastigiata’ i *P. nigra* ‘Italica’, kultivar

Tablica 1. Popis drvenastih svojst u Parku kralja Petra Krešimira IV.: prije 57 godina (Karavla 1962), prije 24 godine (Turk 1995) i sadašnje stanje (2019. godine).

Kratice i simboli: Areal: Afr = Afrika, Az = Azija, Eu = Europa, Medit = Mediteran, Sj Am = Sjeverna Amerika; × = križanac, cv = kultivar.

Prisutnost svojst: ● = svojst prisutna, – = svojst nije prisutna, * = 1962. ili 1995. godine svojst zabilježena pod nazivom: *1 *Acer mono Maxim.*, *2 *Cephalotaxus drupacea pedunculata* Miq., *3 *Clematis montana rubens* Ktze., *4 *Corylus avellana 'Atropurpurea'*, *5 *Cotinus coggygria 'Red Chif'* (nepoznati kultivar), *6 *Cotoneaster disticha* Lange, *7 *Evonymus Fortunei radicans* (Miq.) Rehd., *8 *Euonymus Fortunei gracilis* (Reg.) Rehd., *9 *Malus pumila pendula* (Zab.) Schneid. („Elise Rathke“), *10 *Philadelphus floribundus* Schrad. (nije jasno na koju se vrstu odnosi), *11 *Rosa hugonis* Hemsl., *12 *Chamaecyparis lawsoniana 'Filiformis'*.

Table 1 List of woody taxa in the Park Kralj Petar Krešimir IV: 57 years ago (Karavla 1962), 24 years ago (Turk 1995), and the present state (2019).

Abbreviations and Symbols: Distribution: Afr = Africa, Az = Asia, Eu = Europe, Medit = Mediterranean, Sj Am = North America; × = hybrid, cv = cultivar.

The presence of taxa: ● = taxon present, – = taxon not present, * = in 1962 or 1995 taxon recorded under the name: *1 *Acer mono Maxim.*, *2 *Cephalotaxus drupacea pedunculata* Miq., *3 *Clematis montana rubens* Ktze., *4 *Corylus avellana 'Atropurpurea'*, *5 *Cotinus coggygria 'Red Chif'* (unknown cultivar), *6 *Cotoneaster disticha* Lange, *7 *Evonymus Fortunei radicans* (Miq.) Rehd., *8 *Euonymus Fortunei gracilis* (Reg.) Rehd., *9 *Malus pumila pendula* (Zab.) Schneid. („Elise Rathke“), *10 *Philadelphus floribundus* Schrad. (it is not clear which species it is referring to), *11 *Rosa hugonis* Hemsl., *12 *Chamaecyparis lawsoniana 'Filiformis'*.

Svojst Taxon	Areal Distribution	Porodica Family	1962.	1995.	2019.
<i>Acer campestre</i> L.	Eu, Afr, Az	Aceraceae	-	● *1	●
<i>Acer japonicum</i> Thunb.	Az	Aceraceae	-	●	-
<i>Acer negundo</i> L.	Sj Am	Aceraceae	●	●	●
<i>Acer palmatum</i> Thunb. ex E. Murray	Az	Aceraceae	-	●	●
<i>Acer palmatum 'Atropurpureum'</i>	cv	Aceraceae	-	-	●
<i>Acer platanoides</i> L.	Eu, Az	Aceraceae	-	●	●
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Eu, Az	Aceraceae	-	●	●
<i>Acer pseudoplatanus 'Atropurpureum'</i>	cv	Aceraceae	-	-	●
<i>Acer saccharinum</i> L.	Sj Am	Aceraceae	●	●	●
<i>Acer saccharinum 'Laciniatum Wieri'</i>	cv	Aceraceae	-	-	●
<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> (Maxim.) Wesm.	Az	Aceraceae	-	●	-
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Eu	Hippocastanaceae	-	●	●
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Az	Simaroubaceae	●	-	●
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Eu, Az, Afr	Betulaceae	-	●	●
<i>Berberis aggregata</i> C.K. Schneid.	Az	Berberidaceae	●	-	-
<i>Berberis gagnepainii</i> var. <i>lanceifolia</i> Ahrendt	Az	Berberidaceae	●	-	●
<i>Berberis julianae</i> C.K. Schneid.	Az	Berberidaceae	-	●	●
<i>Berberis × ottawensis</i> C.K. Schneider	×	Berberidaceae	-	-	●
<i>Berberis × stenophylla</i> Lindl.	×	Berberidaceae	-	●	-
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	Az	Berberidaceae	●	-	●
<i>Berberis thunbergii 'Atropurpurea'</i>	cv	Berberidaceae	●	●	●
<i>Berberis verruculosa</i> Hemsl. et E.H. Wilson	Az	Berberidaceae	●	●	-
<i>Betula pendula</i> Roth	Eu, Az	Betulaceae	-	-	●
<i>Betula pendula 'Youngii'</i>	cv	Betulaceae	-	●	-
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	Az	Moraceae	●	-	●
<i>Buddleja davidii</i> Franch.	Az	Oleaceae	●	-	-
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Eu, Afr, Az	Buxaceae	-	-	●
<i>Calycanthus floridus</i> L.	Sj Am	Calycanthaceae	-	●	●
<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem. ex Bureau	Sj Am	Bignoniaceae	-	●	-
<i>Carpinus betulus</i> L.	Eu, Az	Betulaceae	-	●	●
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	Sj Am	Bignoniaceae	●	●	●
<i>Catalpa speciosa</i> (Warder ex Barney) Engelm.	Sj Am	Bignoniaceae	-	-	●
<i>Celtis australis</i> L.	Eu, Afr, Az	Ulmaceae	-	-	●
<i>Celtis occidentalis</i> L.	Sj Am	Ulmaceae	-	-	●
<i>Cephalotaxus harringtonii</i> (Knightex J. Forbes) K. Koch	Az	Cephalotaxaceae	● *2	-	-
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Medit	Fabaceae	-	-	●
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	Az	Rosaceae	●	●	●
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray bis) Parl.	Sj Am	Cupressaceae	●	●	●
<i>Cladrastis lutea</i> (Michx.) K. Koch.	Sj Am	Fabaceae	●	-	-
<i>Clematis montana</i> var. <i>rubens</i> E.H. Wilson	Az	Ranunculaceae	● *3	-	-
<i>Cornus alba</i> L.	Az	Cornaceae	●	●	●
<i>Cornus alba</i> 'Elegantissima'	cv	Cornaceae	-	-	●
<i>Cornus florida</i> L.	Sj Am	Cornaceae	●	●	●
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Eu	Cornaceae	-	-	●
<i>Corylus avellana</i> L.	Eu, Az	Betulaceae	-	-	●
<i>Corylus colurna</i> L.	Eu, Az	Betulaceae	-	-	●
<i>Corylus maxima</i> 'Purpurea'	Eu, Az	Betulaceae	-	● *4	●
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	Eu, Az	Anacardiaceae	-	●	-
<i>Cotinus coggygria</i> 'Red Chif'	cv	Anacardiaceae	-	● *5	-
<i>Cotoneaster dammeri</i> C.K. Schneid.	Az	Rosaceae	●	●	-

Svojstva Taxon	Areal <i>Distribution</i>	Porodica <i>Family</i>	1962.	1995.	2019.
<i>Cotoneaster dielsianus</i> E. Pritz.	Az	Rosaceae	●	-	-
<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne.	Az	Rosaceae	●	●	●
<i>Cotoneaster nitidus</i> Jacques var. <i>nitidus</i>	Az	Rosaceae	●*6	-	-
<i>Cotoneaster salicifolius</i> 'Parkteppich'	cv	Rosaceae	-	-	●
<i>Crataegus × lavalleei</i> 'Carrierei'	cv	Rosaceae	-	-	●
<i>Crataegus collina</i> Champ.	Sj Am	Rosaceae	-	●	-
<i>Crataegus mollis</i> (Torr. et A. Gray) Scheele	Sj Am	Rosaceae	●	-	-
<i>Deutzia gracilis</i> Siebold et Zucc.	Az	Hydrangeaceae	-	-	●
<i>Deutzia scabra</i> Thunb.	Az	Hydrangeaceae	●	-	●
<i>Diospyros virginiana</i> L.	Sj Am	Ebenaceae	●	●	●
<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	Az	Celastraceae	●*7	-	-
<i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald Gaiety'	cv	Celastraceae	-	-	●
<i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald 'n' Gold'	cv	Celastraceae	-	-	●
<i>Euonymus fortunei</i> 'Variegatus'	cv	Celastraceae	●*8	-	-
<i>Euonymus fortunei</i> 'Sunspot'	cv	Celastraceae	-	-	●
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Eu	Fagaceae	-	-	●
<i>Fagus sylvatica</i> 'Atropunicea'	cv	Fagaceae	●	●	-
<i>Fontanesia phillyreoides</i> subsp. <i>fortunei</i> (Cariére) P.S. Green et Yalt.	Az	Oleaceae	-	●	●
<i>Forsythia × intermedia</i> Zabel	×	Oleaceae	-	-	●
<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl	Az	Oleaceae	●	●	●
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Eu, Az, Afr	Oleaceae	-	-	●
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	Sj Am	Oleaceae	-	-	●
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Az	Ginkgoaceae	●	●	●
<i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch	Sj Am	Caesalpiniaceae	●	●	●
<i>Hedera helix</i> L.	Eu, Afr, Az	Araliaceae	-	-	●
<i>Hedera helix</i> 'Goldchild'	cv	Araliaceae	-	-	●
<i>Hedera helix</i> 'Green Ripple'	cv	Araliaceae	-	-	●
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Az	Malvaceae	-	-	●
<i>Hibiscus syriacus</i> 'Red Heart'	cv	Malvaceae	-	-	●
<i>Hydrangea arborescens</i> L.	Sj Am	Hydrangeaceae	-	●	-
<i>Hydrangea arborescens</i> 'Grandiflora'	cv	Hydrangeaceae	-	-	●
<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb. ex Murray) Ser.	Az	Hydrangeaceae	-	-	●
<i>Hydrangea quercifolia</i> W. Bartram	Sj Am	Hydrangeaceae	-	-	●
<i>Hypericum calycinum</i> L.	Sj Am, Az	Clusiaceae	-	●	-
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Eu, Az, Afr	Aquifoliaceae	-	●	●
<i>Ilex × meserveae</i> 'Blue Angel'	cv	Aquifoliaceae	-	-	●
<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	Az	Oleaceae	●	-	-
<i>Juniperus chinensis</i> L.	Az	Cupressaceae	-	●	-
<i>Juniperus chinensis</i> 'Plumosa'	cv	Cupressaceae	●	-	-
<i>Juniperus communis</i> 'Hibernica'	cv	Cupressaceae	●	●	-
<i>Juniperus sabina</i> L.	Eu, Az	Cupressaceae	●	●	-
<i>Juniperus virginiana</i> L.	Sj Am	Cupressaceae	●	●	-
<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold et Zucc.	Az	Oleaceae	-	-	●
<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	Az	Oleaceae	●	●	●
<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.	Az	Hamamelidaceae	-	-	●
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Sj Am	Hamamelidaceae	●	●	●
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Sj Am	Magnoliaceae	●	●	●
<i>Lonicera × brownii</i> 'Fuchsioides'	cv	Caprifoliaceae	●	-	-
<i>Lonicera japonica</i> 'Aureoreticulata'	cv	Caprifoliaceae	●	-	-
<i>Lonicera nitida</i> E.H. Wilson	Az	Caprifoliaceae	-	-	●
<i>Lonicera nitida</i> 'Lemon Beauty'	cv	Caprifoliaceae	-	-	●
<i>Lonicera pileata</i> Oliv.	Az	Caprifoliaceae	●	-	●
<i>Lonicera × purpusii</i> Rehder	×	Caprifoliaceae	●	●	●
<i>Lonicera tatarica</i> L.	Az	Caprifoliaceae	-	●	●
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	Sj Am	Berberidaceae	-	●	●
<i>Malus 'Elise Rathke'</i>	cv	Rosaceae	●*9	-	-
<i>Malus floribunda</i> Siebold ex Van Houtte	Az	Rosaceae	-	●	-
<i>Morus alba</i> L.	Az	Moraceae	-	-	●
<i>Morus alba</i> 'Pendula'	cv	Moraceae	●	●	-
<i>Pachysandra terminalis</i> Siebold et Zucc.	Az	Buxaceae	-	-	●
<i>Paeonia × suffruticosa</i> Andrews	×	Paeoniaceae	●	●	-
<i>Parrotia persica</i> (DC.) C.A. Mey.	Az	Hamamelidaceae	-	●	●
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Sj Am	Vitaceae	-	-	●
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold. et Zucc.) Planch.	Az	Vitaceae	-	●	●
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb. ex Murray) Steud.	Az	Scrophulariaceae	●	-	●
<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	Az	Rutaceae	●	●	●
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	Eu, Az	Hydrangeaceae	●	●	●

Svojstva Taxon	Areal Distribution	Porodica Family	1962.	1995.	2019.
<i>Philadelphus</i> spp.		Hydrangeaceae	• *10	-	-
<i>Picea pungens</i> Engelm.	Sj Am	Pinaceae	-	●	●
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	Eu, Afr, Az	Pinaceae	-	-	●
<i>Pinus peuce</i> Griseb.	Eu	Pinaceae	-	●	-
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Eu, Az	Pinaceae	-	●	-
<i>Platanus × hispanica</i> Münchh.	×	Platanaceae	●	●	●
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Az	Cupressaceae	●	●	-
<i>Populus × berolinensis</i> (K. Koch) Dippel	×	Salicaceae	●	●	-
<i>Populus nigra</i> 'Italica'	cv	Salicaceae	●	-	●
<i>Populus simonii</i> 'Fastigiata'	cv	Salicaceae	-	-	●
<i>Potentilla fruticosa</i> 'Friedrichsenii'	cv	Rosaceae	●	-	-
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Eu, Az, Afr	Rosaceae	-	-	●
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Az	Rosaceae	-	-	●
<i>Prunus cerasifera</i> 'Nigra'	cv	Rosaceae	-	-	●
<i>Prunus cerasifera</i> 'Pissardii'	cv	Rosaceae	●	●	●
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Eu, Az	Rosaceae	●	●	●
<i>Prunus laurocerasus</i> 'Otto Luyken'	cv	Rosaceae	-	●	-
<i>Prunus laurocerasus</i> 'Schipkaensis'	cv	Rosaceae	-	-	●
<i>Prunus mahaleb</i> L.	Eu, Az, Afr	Rosaceae	-	●	-
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Sj Am	Rosaceae	●	●	-
<i>Prunus serrulata</i> 'Hissakura'	cv	Rosaceae	●	●	-
<i>Prunus serrulata</i> 'Kanzan'	cv	Rosaceae	-	●	-
<i>Prunus 'Kiku-shidare-zakura'</i>	cv	Rosaceae	●	●	-
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco var. <i>menziesii</i>	Sj Am	Pinaceae	-	●	-
<i>Ptelea trifoliata</i> L.	Sj Am	Rutaceae	●	-	-
<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.	Medit	Rosaceae	-	-	●
<i>Quercus robur</i> L.	Eu, Afr, Az	Fagaceae	-	●	●
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	cv	Fagaceae	-	●	●
<i>Quercus rubra</i> L.	Sj Am	Fagaceae	-	●	●
<i>Rhododendron maximum</i> L.	cv	Ericaceae	-	●	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Inermis'	cv	Fabaceae	●	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera'	cv	Fabaceae	●	●	●
<i>Rosa xanthiana</i> 'Hugonis'	cv	Rosaceae	● *11	-	-
<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	Az	Rosaceae	●	-	-
<i>Rubus caesius</i> L.	Eu, Az	Rosaceae	-	-	●
<i>Salix babylonica</i> L.	Az	Salicaceae	●	-	-
<i>Salix caprea</i> L.	Eu, Az	Salicaceae	-	●	-
<i>Salix × sepulcralis</i> 'Chrysocoma'	cv	Salicaceae	-	●	●
<i>Sambucus nigra</i> L.	Eu, Az, Afr	Caprifoliaceae	-	-	●
<i>Spiraea × bumalda</i> Burv.	×	Rosaceae	●	-	-
<i>Spiraea japonica</i> L. f.	Az	Rosaceae	-	●	●
<i>Spiraea japonica</i> 'Albiflora'	cv	Rosaceae	-	-	●
<i>Spiraea japonica</i> 'Anthony Waterer'	cv	Rosaceae	-	-	●
<i>Spiraea × vanhouttei</i> (Briot) Zabel	×	Rosaceae	●	-	●
<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott	Az	Fabaceae	●	●	-
<i>Styphnolobium japonicum</i> 'Pendula'	cv	Fabaceae	●	●	●
<i>Symporicarpos albus</i> (L.) S.F. Blake	Sj Am	Caprifoliaceae	●	●	●
<i>Symporicarpos orbiculatus</i> Moench	Sj Am	Caprifoliaceae	●	●	●
<i>Taxus baccata</i> L.	Eu, Afr, Az	Taxaceae	-	●	●
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Sj Am	Cupressaceae	●	●	●
<i>Thuja plicata</i> 'Semperfivrens'	cv	Cupressaceae	-	●	-
<i>Tilia cordata</i> Mill.	Eu	Tiliaceae	-	●	●
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Eu	Tiliaceae	-	-	●
<i>Tilia tomentosa</i> Moench	Eu, Az	Tiliaceae	-	-	●
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Eu, Az, Afr	Ulmaceae	-	-	●
<i>Viburnum opulus</i> L.	Eu, Afr	Caprifoliaceae	-	●	-
<i>Viburnum opulus</i> 'Roseum'	cv	Caprifoliaceae	●	-	-
<i>Viburnum × pragense</i> Vikulova	×	Caprifoliaceae	-	-	●
<i>Viburnum rhytidophyllum</i> Hemsl.	Az	Caprifoliaceae	●	●	●
<i>Vinca major</i> L.	Eu, Az	Apocynaceae	-	●	●
<i>Vinca major</i> 'Maculata'	cv	Apocynaceae	-	-	●
<i>Vinca minor</i> L.	Eu, Az	Apocynaceae	-	-	●
<i>Vitis</i> spp.		Vitaceae	●	-	-
<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (C.C. Gmel.) Hegi	Eu, Az, Afr	Vitaceae	-	●	●
<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC.	Az	Caprifoliaceae	●	●	●
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet.	Az	Fabaceae	●	-	-
<i>Xanthocyparis nootkatensis</i> 'Pendula'	cv	Cupressaceae	-	● *12	●

sterilnih, zelenkastobijelih cvjetova u kuglasto spljoštenim cvatovima 'Grandiflora' drvolike hortenzije i drugi.

Prema trajnosti listova u parku dominiraju listopadne svoje, kojih je 88 (jedna golosjemenjača i 87 kritosjemenjača), zatim vazdazelene (šest golosjemenjača i 24 kritosjemenjače), a prisutna je i jedna zimzelena vrsta (*Ligustrum ovalifolium*). Osim toga, dvije kritosjemenjače se opisuju kao listopadne do zimzelene (*Cotoneaster horizontalis* i *Lonicera × purpusii*), dok jednu karakterizira vazdazeleno do zimzeleno lišće (*Pyracantha coccinea*).

Što se tiče habitusa, stabla i grmovi su podjednako zastupljeni. Kao stablo raste 56 svojti (sedam golosjemenjača i 49 kritosjemenjača), dok je grmova samo jedna svojta manje i sve su kritosjemenjače. Četiri kritosjemenjače su polugrmovi, pet je penjačica, a dvije vrste mogu rasti kao stabla i kao grmovi (*Parrotia persica* i *Taxus baccata*).

Svoje s ukrasnim cvjetovima vrlo su važan element svakog gradskog parka, jer mu daju živopisnost, dinamiku i boju tijekom cijele godine. Krajem zime u parku mirisom i bojom pozornost privlače grmovi ranocvjetne kozokrvine (*Lonicera × purpusii*). Nešto kasnije, u ožujku i travnju, svojim žutim cvjetovima park krase forzicije (*Forsythia × intermedia* i *F. suspensa*, slika 1) i mahonije (*Mahonia aquifolium*), a s crvenim i ružičastim cvjetovima grmovi japanske dunjice (*Chaenomeles japonica*) i stabla crvenolisne šljive (*Prunus cerasifera 'Nigra'* i *P. cerasifera 'Pissardii'*). U travnju, za vrijeme cvjetanja, vrlo je dekorativno i obično Judino drvo (*Cercis siliquastrum*). Posebnost ove vrste su ružičasti cvjetovi u skupinama koji izbijaju izravno iz debla i grana. Kasnije u proljeće, obični divlji kesten (*Aesculus hippocastanum*), paulownija (*Paulownia tomentosa*), cvjetni drijen (*Cornus florida*), vitka dojcija (*Deutzia gracilis*, slika 2), Vanhoutteova suručica (*Spiraea × vanhouttei*) i lovorišnja (*Prunus laurocerasus*), samo su neke od vrsta koje cvjetovima uljepšavaju park. Krajem proljeća i početkom ljeta ističu se stabla obične i srcolisne katalpe (*Catalpa bignonioides* i *C. speciosa*), grmovi sibirskoga drijena (*Cornus alba*) i pajasmina (*Philadelphus coronarius*) bijelih cvjetova, zatim grmovi kalikanta (*Calycanthus floridus*) crvenih cvjetova koji mirišu na jagode ili ananas te grmovi vajgelije (*Weigela florida*) ružičastih cvjetova. U lipnju svojim mirisnim cvjetovima pozornost privlače lipe (*Tilia cordata*, *T. platyphyllus*, *T. tomentosa*), a tijekom ljetnih mjeseci kontinuitet cvjetnog šarenila parku daju sirske sljezolike (*Hibiscus syriacus*, *H. syriacus 'Red Heart'*), različite hortenzije (*Hydrangea arborescens 'Grandiflora'*, *H. macrophylla*, *H. quercifolia*) i suručice (*Spiraea japonica*, *S. japonica 'Albiflora'*, *S. japonica 'Anthony Waterer'*), tekoma (*Campsis radicans*) i japanska sofora (*Styphnolobium japonicum*). Neke biljke pak, poput hortenzija, sa svojim suhim sterilnim cvjetovima produžuju svoju estetsku vrijednost i na zimske mjesecе.

Osim uresnih cvjetova, estetsku vrijednost pojedinim vrstama i kultivarima daju i plodovi. Tijekom ljeta i jeseni bijelim i crvenim plodovima park ukrašavaju grmovi sibirskoga (*Cornus alba*, *C. alba*, 'Elegantissima') i cvjetnoga drijena (*Cornus florida*), narančastim vatrengoga trna (*Pyracantha coccinea*), a plavkastocrnim obične mahonije (*Mahonia aquifolium*). Tijekom zimskih mjeseci uresnim plodovima u parku se ističu stabla katalpa (*Catalpa bignonioides* i *C. speciosa*), božikovina (*Ilex aquifolium*), virdžinijskoga draguna (*Diospyros virginiana*), mandžurskoga plutnjaka (*Phellodendron amurense*), američkoga i maloazijskoga likvidambra (*Liquidambar styraciflua* i *L. orientalis*), gimnoklada (*Gymnocladus dioicus*) i hibridnih platana (*Platanus × hispanica*). Isto tako, kuglastim bijelim i grimiznovcrvenim plodovima nalik perlicama zimskom koloritu parka doprinose i niski grmovi grozdastoga i koraljnoga biserka (*Symporicarpos albus* i *S. orbiculatus*).

S obzirom na područje prirodne rasprostranjenosti, na Trgu je determinirano 28 u Hrvatskoj autohtonih vrsta (dvije golosjemenjače i 26 kritosjemenjača). Prisutno je i šest vrsta koje su autohtone u drugim dijelovima Europe, ali ne u



Slika 1. Forzicije (*Forsythia × intermedia* i *F. suspensa*).

Figure 1 Forsythias (*Forsythia × intermedia* and *F. suspensa*).



Slika 2. Vitka dojcija (*Deutzia gracilis*).

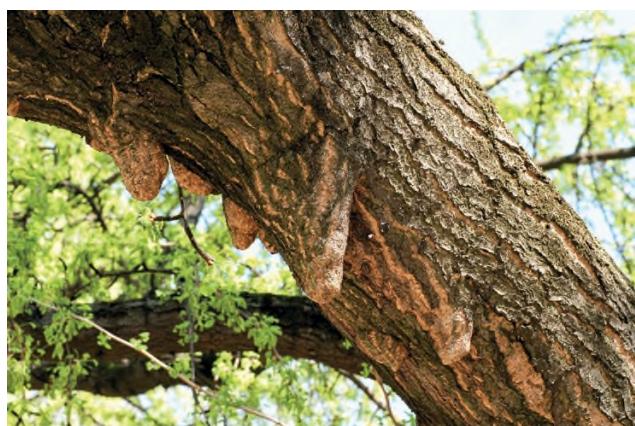
Figure 2 Japanese snow flower (*Deutzia gracilis*).



Slika 3. Hibridna platana (*Platanus × hispanica*).
Figure 3 London plane (*Platanus × hispanica*).



Slika 4. Ginko (*Ginkgo biloba*).
Figure 4 Maidenhair tree (*Ginkgo biloba*).



Slika 5. Zračno korijenje ginka.
Figure 5 Aerial roots of a ginkgo tree.

Hrvatskoj. Od ukupno 59 alohtonih vrsta, najveći dio pripada azijskim vrstama (jedna golosjemenjača i 31 kritosjemenjača), zatim sjevernoameričkim (četiri golosjemenjače i 17 kritosjemenjača), dok pet vrsta kritosjemenjača pripada euroazijskom području. Uspoređimo li današnje stanje dendroflore s popisom iz 1995. godine, možemo zaključiti da se broj autohtonih vrsta povećao, a alohtonih smanjio. Sadašnja autohtonih svojstva za cilj ima očuvanje bioraznolikosti, pogotovo onih svojstava koje su na svom prirodnom staništu ugrožene i zaštićene. Osim toga, autohtone svojstva su prilagođene na lokalne uvjete staništa, što olakšava njihov uzgoj i održavanje.

Osim već spomenutih stabala ginka (*Ginkgo biloba*), hibridnih platana (*Platanus × hispanica*, slika 3), virdžinijskoga draguna (*Diospyros virginiana*), mandžurskoga plutnjaka (*Phellodendron amurense*), kao važan dio vizualnog identiteta ovog parka ističu se i stabla lipa (*Tilia L.*), javora (*Acer L.*) i hrastova (*Quercus L.*). Svakako je važno istaći muško stablo ginka impozantnih dimenzija koje se nalazi u središnjem dijelu južne cjeline parka, a koje pozornost privlači izraslinama zračnoga korijena na granama i deblu (slika 4 i 5). Osim ginka, u južnom dijelu parka ističe se i zanimljivo stablo dudovca (*Broussonetia papyrifera*), izrazito deformiranog debla podbočenog potpornim stupovima (slika 6). Tu je i alpski vrt, zamišljen kao kamenjar s planinskim vrstama drveća, grmlja i zeljastih biljaka, ali nažalost prilično zarastao kupinom. Od autohtonih vrsta, u ovom dijelu parka zasađeno je nekoliko stabala običnoga graba (*Carpinus betulus*), obične breze (*Betula pendula*), tise (*Taxus baccata*), javora klena (*Acer campestre*) i bukve (*Fagus sylvatica*). Na sjevernom, manjem dijelu parka, uz dječje igralište ističu se stabla tulipanovca (*Liriodendron tulipifera*), američkog likvidambra (*Liquidambar styraciflua*), kultivar 'Fastigiata' Simonijeve topole (*Populus simonii 'Fastigiata'*), dok osnovno obilježje samom igralištu daju kultivari 'Umbraculifera' običnoga bagrema (*Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'*). U cvjetnom vrtu za odrasle dominira sta-



Slika 6. Dudovac (*Broussonetia papyrifera*).
Figure 6 Paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*).

blo parocije (*Parrotia persica*), a nakon obnove 2016. godine zasađene su razne cvjetajuće vrste grmova, kao što su velelisna i hrastolisna hortenzija (*Hydrangea macrophylla* i *H. quercifolia*), ružičasta vajgelija (*Weigela florida*), kineska hu-dika (*Viburnum rhytidophyllum*) i druge.

Hortikulturna vrijednost nekog prostora ne ovisi samo o biljkama, njihovom izgledu i rasporedu, već i o svim ostalim parkovnim elementima i sadržajima (Poljak i sur. 2011). Od bitnih elemenata i sadržaja za svaki park, tu su drvene klupe i koševi za smeće, zatim asfaltirane i šljunčane staze te rasvjetni stupovi. Od ostalih elemenata u parku se ističe fontana i bazen "Kozmički ciklus vode", izvorno djelo Josipa Seissela, nastalo 1935. godine te obnovljeno 2016. godine. Ono se nalazi u cvjetnom vrtu za odrasle, koji je jedan od tri djela sjeverne cjeline parka. Na dječje igralište 1939. godine postavljena je skulptura "Mali dječak", koju je izradio Emil Bohutinsky 1928. godine. Ova brončana figura dječaka na kamenom postolju u hrvatskoj modernoj skulpturi slovi za jedan od najboljih dječjih portreta. "Njegovateljica ruža" skulptura je poznatog hrvatskog akademskog kipara Frane Kršinića, izrađena 1953., a na današnju lokaciju postavljena je 1955. godine (Klindić 2019). Ona je u parku smještena na središnjem parternom vrtu sjeverne cjeline, nasuprot ulazu u Ministarstvo obrane, a ispred nje se nalazi ružičnjak koji dodatno naglašava njenu atraktivnost.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Analizom trenutnog stanja dendroflore u parku dobiven je uvid u njezino bogatstvo i iznimnu dendrološku vrijednost, ali i potencijalne nedostatke i prostor za napredak. Velika raznolikost od čak 122 drvenaste svojte, kao i kulturno-povijesni značaj, dokaz su neprocjenjive vrijednosti ovog parka i temelji su njegovoga budućeg razvoja i očuvanja. Usporedba sa stanjem iz 1962. i 1995. godine daje dobar uvid u dinamiku i razvoj parka kroz vrijeme, kao i trendove u uređenju parkovnih prostora tada i danas. Suprotno modernim trendovima, treba raditi na reintrodukciji onih svojti koje su u parku bile prisutne u vrijeme njegovoga osnivanja, kao što su žuto drvo, patisa, snježna lopta i ljjetni jorgovan. Budući da je sjeverni, manji dio parka obnovljen nedavnim projektima revitalizacije, pažnju treba pridati južnom dijelu, posebice alpskom vrtu, koji bi u svom punom sjaju još više pridonio vrijednosti i raznolikosti ovoga parka, a i upotpunio bi originalnu viziju projektanta iz 20. stoljeća. Park kralja Petra Krešimira IV. jedan je od starih parkova u Zagrebu koji je do danas ostao prepoznatljiv, a njegove kvalitete koje su dovele do statusa spomenika parkovne arhitekture moraju biti očuvane kako bi općekorisne funkcije koje park pruža ostale dostupne budućim generacijama.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, M., 1946: Dendrologija. Šumarski priručnik I. Zagreb, 475-582 str.
- Barišić, Z., 2002: Trg kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu Urbanističko-arhitektonska i perivojna geneza. Prostor 10, 1 (23): 77-91.
- Brickell, C. (ur.), 2003: RHS A-Z encyclopedia of garden plants, Vol. I-II. Dorling Kindersley, London.
- Brickell, C. D., C. Alexander, J. J. Cubey, J. C. David, M. H. A. Hoffman, A. C. Leslie, V. Malecot, W. L. A. Hetterscheid, X. Jin (ur.), 2016: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP). Ninth Edition. Scripta Horticulturae Number 18, ISHS, 190 str.
- Brummitt, R. K., C. E. Powell, 1992: Authors of plant names. Royal Botanic Gardens, Kew, 732 str.
- Cronquist, A., 1981: An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press., New York, 1262 str.
- Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford, P. F. Yeo, 1985: The families of monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy. Springer Verlag, Berlin, 520 str.
- Erhardt, W., E. Götz, N. Bödeker, S. Seybold, 2014: Zander. Handwörterbuch der Pflanzennamen. 19 Auflage. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 903 str.
- Farjon, A., 2010: A handbook of the world's conifers. Vol. I-II. Brill, Leiden.
- Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija. Stanbiro, Zagreb, 470 str.
- Hillier, J. G., R. Lancaster (ur.), 2014: The Hillier Manual of Trees and Shrubs. Royal Horticultural Society, London, 565 str.
- Hoffman, M. H. A., 2016: List of names of woody plants. International standard ENA 2016-2020. Naktuinbouw, Roelofarendsveen, 1080 str.
- Idžočić, M., 2005: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 256 str.
- Idžočić, M., 2009: Dendrologija - List. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 904 str.
- Idžočić, M., 2013: Dendrologija - Cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 672 str.
- Idžočić, M., 2019: Dendrology: Cones, Flowers, Fruits and Seeds. Elsevier - Academic Press, 800 str.
- International Plant Name Index. <http://www.ipni.org/>
- Jurković, M., B. Jurković, 1997: Prilog introdukciji i aklimatizaciji drvenastih egzota - listače u Zagrebačkim parkovima. Šumarski list 121 (5-6): 269-276.
- Karavla, J., 1962: Prilog opisu nalazišta egzota i nekih (forma) naših autohtonih vrsta na području nekih zagrebačkih parkova. Šumarski list 86 (7): 224-242.
- Kelly, J. (ur.), 2004: Hillier Gardener's Guide to Trees and Shrubs. David and Charles Book, Newton Abbot, 640 str.
- Klindić, I., 2019: "Njegovateljica ruža" Frane Kršinića na Trgu kralja Petra Krešimira IV. <<https://licegrada.hr/njegovateljica-ruza-frane-krsinica-na-trgu-kralja-petra-kresimira-iv/>> (28. studeni 2019.)
- Kramer, K. U., P. S. Green (ur.), 1990: Pteridophytes and gymnosperms. U: Kubitzki, K. (Ed.), The families and genera of vas-

- cular plants. Vol I. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 404 str.
- Krüssmann, G., 1972: Handbuch der Nadelgehölze. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 366 str.
 - Krüssmann, G., 1976: Handbuch der Laubgehölze. Band I-III. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
 - Poljak, I., M. Idžočić, M. Zebec, 2011: Dendroflora Zoološkoga vrta grada Zagreba. Šumarski list 135 (5-6): 269-279.
 - Roloff, A., H. Weisgerber, U. M. Lang, B. Stimm (ur.), 1994-2019: Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. Wiley-VCH.
 - Sopina, A., K. Radić, B. Bojanović Obad Šćitaroci, 2013: Perivoji u kontekstu urbanističkog razvoja grada Zagreba. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 165-177.
 - Turk, D., 1995: Dendrološka i šumsko-uzgojna svojstva parka na Trgu kralja Krešimira IV u Zagrebu i smjernice za revitalizaciju, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. 34 str.
 - Turland, N. J., J. H. Wiersema, F. R. Barrie, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T. W. May, J. McNeill, A. M. Monro, J. Prado, M. J. Price, G. F. Smith (ur.), 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php/>
 - Vidaković, M., 1982: Četinjače - morfologija i varijabilnost. JAZU & Liber, Zagreb, 711 str.
 - Vidaković, M., 1993: Četinjače - morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske & Hrvatske šume, Zagreb, 744 str.
 - *** Šumarska enciklopedija, Vol I-III, 1980-1987. JLZ „Miroslav Krleža“, Zagreb.

SUMMARY

The Park Kralj Petar Krešimir IV was constructed in the period from 1937 to 1938, and was the first modern city park in the country. The park was divided into two parts by a road. The southern part of the park was designed as a “more naturally” shaped space dominated by the central grassland, whereas the north, smaller unit, was divided into three parts: a flower garden for grown-ups, the central parterre, and a children’s playground. Despite it being a large and important traffic junction nowadays, due to its lush vegetation it managed to preserve its intimate and meditative character used by many citizens to “escape” into the nature. In order to establish the current status of the woody plants on the territory of the Kralj Petar Krešimir IV Park in Zagreb, a dendrological analysis was performed and the current status of woody plants was compared to the status from 1962 and 1995. The plants were identified in the period from the summer of 2018 to the summer of 2019, and the paper includes an analysis of the following data: the number of individual taxa (species, subspecies, varieties, hybrids and cultivars), family affiliation, area, habitus and leaf duration, color of flowers, time of flowering, fruits and the number of autochthonous and allochthonous taxa. There were a total of 122 taxa recorded in the garden, distributed within 36 families: 83 species (six gymnosperms and 77 angiosperms), two subspecies (both angiosperms), 30 cultivars (one gymnosperm and 29 angiosperms), six hybrids (all angiosperms) and one variety (angiosperm). The genera with the most taxa are: *Acer* L. - maples (9), *Prunus* L. – plums (6), *Berberis* L. – holly grapes and *Lonicera* L. – honeysuckles (5), and *Cornus* L. – dogwoods and *Spiraea* L. – bridal wreaths (4). The number of taxa increased by 40 compared to 1962, and by 29 compared to 1995. There are 28 autochthonous taxa, and of the allochthonous ones, most are Asian and North American. According to leaf duration, the park is dominated by deciduous taxa, and as for the habitus, trees and shrubs are equally represented. The park is also home to numerous species and cultivars of flowering shrubs and trees which complement the area with their decorative flowers all year round. Despite the fact that in comparison with different arboreta and botanical gardens the park does not contain more significant woody taxa, nevertheless the trees of ginkgo, plane, common persimmon and Amur cork tree stand out, present in the park since its establishment and constituting an important segment of its visual identity. The Kralj Petar Krešimir IV Park is one of the rare urban parks in Zagreb which has remained well preserved to this day, and its qualities which had led to the status of a monument of park architecture must be preserved to make the public benefit provided by the park also available to future generations.

KEY WORDS: woody plants, dendrological analysis, trees and shrubs, horticulture, urban green spaces

SUSTAVNA PRAĆENJA KONVERZIJE SADNICAMA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) I KITNJAKA (*Quercus petraea* L.) S OBZIROM NA RAZLIČIT NAČIN SADNJE

SYSTEMATIC MONITORING OF THE CONVERSION OF PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) AND SESSILE OAK (*Quercus petraea* L.) SEEDLINGS WITH REGARD TO DIFFERENT PLANTING METHODS

Miroslav BENKO¹

SAŽETAK

Istraživanja su obavljena u nizinskom dijelu Varaždinske županije, u šumi posebne namjene „FOPER“, g. j. „Zelendvor odsjek 13c na oko 3 km udaljenosti od rijeke Drave na nadmorskoj visini od 190 m, u području gdje su sadene pretežito kulture smreke, borovca i bagrema iako je stanište pogodno za sadnju i uzgoj hrasta. S obzirom na promjenjene ekološke i klimatološke prilike osnovana je 2012. godine trajna pokusna ploha veličine 2,00 ha. Na plohi su posadene trogodišnje (2 + 1) sadnice hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* L.) i to na dva načina. Jedan dio u razmaku sadnje 3 x 3 m u polipropilenskim štitnicima. Drugi dio razmaka sadnje 2 x 2 m uobičajenim načinom (bez štitnika). Cijela je površina podijeljena na 24 pod plohe približnih površina. Na jednoj plohi nalazi se jedna vrsta drveća. Rasporred vrsta je naizmjeničan od plohe do plohe. Upotrijebljen je randomizirani oblik metode, sa 4 bloka i 3 ponavljanja. Visine biljaka mjerene su 5 godina uzastopce za vrijeme mirovanja vegetacije. Prsni promjeri mjereni su na kraju promatranog razdoblja kada su biljke bile više od 1,30 m. Učešće i intenzitet pepelnice utvrđivan je tri godine tijekom ljetnih mjeseci. Cilj istraživanja je proučavanje rasta i razvoja sadnica hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka na prostoru gdje do sada nije bilo uobičajeno saditi navedene vrste, iako za to postoje ekološko gospodarski uvjeti. Istraživanja ukazuju kako je broj biljaka nakon 5 godina izmjere smanjen je za 14%. Kod hrasta lužnjaka smanjen je za 4 do 8%, a kod hrasta kitnjaka za 17 do 22%. Visine i prsni promjeri stabala u štitnicima značajno su veći bez obzira na vrstu drveća. Visine i prsni promjeri hrasta lužnjaka značajno su veće od hrasta kitnjaka. Nije utvrđena povezanost između visina stabala i prisutnosti pepelnice.

KLJUČNE RIJEČI: konverzija, rast, polipropilenski štitnici, visina stabala, FOPER šuma, Zelendvor, hrast lužnjak, hrast kitnjak

UVOD

INTRODUCTION

Recentne i sve učestalije klimatske promjene s izraženim ekstremnim pojavama aktualizirali su potrebu više integralnom i adaptiranom pristupu gospodarenja šumskim eko-sustavima. Kvalitetniji pristupi, uz već poznate mjere zaštite,

povećavaju potrebu novih, modernijih metoda sanacije, a ponajprije prevencije sastojina zahvaćene raznim gradacijama sekundarnih biotičkih čimbenika koji dodatno povećavaju, čak i premašuju primarne štete abiotičke naravi. Traženje modernih šumsko-uzgojnih koncepata po svojoj složenosti, skupoći, ali i snažnom djelovanju negativnih pri-

¹ Dr. sc. Miroslav Benko (benkom@sumins.hr) Zavod za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku, Hrvatski šumarski institut, V. Novaka 50G, 42000 Varaždin

tisaka, zahtijeva ispravno planiranje, što obuhvaća pravilan odabir vrsta, provenijencija, omjera smjese te kvalitetnog šumskoga reproduksijskog materijala, ključnog za uspjeh predviđenoga zahvata. Ako k tome, pridodamo i općeprihvaćenu krilaticu, temeljni postulat hrvatskoga šumarstva, potrajanost gospodarenja, modernim rječnikom nazvano održivo gospodarenje, jasno je kako postupci na tom tragu zahtijevaju interdisciplinarnost. U konačnici cilj nam je osnovati što otpornije i prilagodljivije sastojine koje imaju sposobnost brže prilagodbe na novonastale promjene, a adaptirani šumsko uzgojni principi zasnovani su na suvremenim znanstvenim spoznajama.

Dosadašnja praksa, uvedena šezdesetih godina prošloga stoljeća preferirala je sadnju alohtonih vrsta drveća u obliku kultura i plantaža. Tijekom vremena, nakon svoje prvostrukne uloge, takve sastojine, uglavnom bez provođenja pravilnih i pravovremenih mjeru njegu sastojine (prije svega prorjeda) zahtijevaju promjene u načinu gospodarenja. Također, zbog svoje strukture šumske kulture su izrazito osjetljive na biotske i abiotiske čimbenike.

U trenutku ispunjenja svoje primarne svrhe (zaštita i priprema staništa za pridolazak autohtonih vrsta drveća) potrebno je provesti njihovu konverziju u mješovite šume autohtonih vrsta drveća. Isto je poželjno i zbog činjenice da su mješovite šume upravo zbog svoje strukture puno otpornije na utjecaje biotskih i abiotiskih čimbenika od šumskih kultura te imaju veću biološku raznolikost, što pridonoši boljem ispunjavanju općekorisnih funkcija. Također, će se povećanjem okolišne vrijednosti šuma i šumskih kultura postići i zaštita tala, voda i zraka, pridonijet će se ublažavanju učinaka klimatskih promjena na šume, zaštiti biološke raznolikosti, spremanju ugljika i proizvodnji kisika. Dugoročno će se unaprijediti i estetska uloga šuma te krajobrazna raznolikost, što će zajedno doprinijeti uvećanju okolišne vrijednosti te gospodarske vrijednosti resursa. Navedeno nas upućuje da je takve sastojine potrebno šumsko uzgojnim radovima što prije obnoviti, odnosno prevesti u viši uzgojni oblik kako bi se doprinijelo povećanju njihove otpornosti i okolišne vrijednosti, povećanju općekorisnih funkcija i povećanju biološke raznolikosti. Problematika je zadnjih nekoliko godina aktualizirana mjerama iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske (razdoblje 2014. - 2020.), odnosno provođenjem tipa operacije 8.5.1 „Konverzija degradiranih šumskih sastojina i šumskih kultura“. Realizacija istoga je u praksi obavljena metodom direktnih konverzija (sadnjom/sjetvom).

Konverzija (lat. *conversio* – pretvaranje) je uzgojni postupak kojim se vrši provođenje jednog uzgojnog oblika šume u drugi, primjenom odgovarajućih uzgojnih mjeru. Primjenjuju se dvije metode, indirektna i direktna. Indirektna konverzija označava korištenje postojećih stabala ili izbojaka, kod kojih se mjerama njegu, koristeći biološki poten-

cijal sastojine stvaraju uvjeti za prirodnu obnovu i prevođenje u viši uzgojni oblik. Direktna konverzija se obavlja sjetvom ili sadnjom istom ili drugim ekonomski vrijednim vrstama drveća, kada biološki potencijal sastojine ne osigurava uspjeh određenih gospodarskih mjeru (uzgojnih) u stvaranju preduvjeta za prirodnu obnovu. Ako konverziju obavljamo istom vrstom drveća radi se o rekonstrukciji (npr. nakon prevođenja bukove panjače, sadimo/sijemo bukvu), ili ako mijenjamo neku drugu autohtonu vrstu drveća radi se o supstituciji (npr. nakon panjače bagrema sadimo/sijemo hrast). Dugotrajan je to i kompleksan proces koji se jedino može ubrzati intenzivnim šumsko uzgojnim postupcima. Dugogodišnja sustavna istraživanja metodama indirektne konverzije, povođenjem principa oplodnih sjeca i njihovim prevođenjem u visoki uzgojni oblik, s naglaskom na istraživanja našega priobalja, u panjačama hrasta crnike nalazimo u radovima Dubravca i Krejčija (2001), Krejčija i Dubravca (2000, 2004), Dubravca i Dekanića (2011), Dubravca i dr. (2018).

Nastavno na navedeno, Rješenjem Ministarstva poljoprivrede od 2. veljače 2012. godine u šumariji Varaždin, Uprave šuma Podružnica Koprivnica, unutar GJ "Zelen-dvor", dva su odsjeka 13c i 13d proglašena Šumom posebne namjene za znanstvena istraživanja, što je rezultiralo osnivanjem "FOPER" šume (Benko i dr. 2012, 2013). U proteklim nekoliko desetljeća došlo je do značajnijih promjena u okolišu s naslova vodnog režima. S jedne strane gradnja velikih hidro energetskih sustava s akumulacijskim jezerima, a s druge klimatske promjene koje se odražavaju kroz značajno povećanje temperature zraka. To nas je navelo na potrebitost provođenja ovakvih istraživanja u kojima se testiraju dvije vrste hrasta (lužnjak i kitnjak), kao i dva različita načina sadnje u polipropilenskim štitnicima (s manjim brojem biljaka - 1.111 kom/ha) i bez štitnika (veći broj biljaka - 2.500 kom/ha).

Cilj istraživanja je ispitivanje uspješnosti konverzije sadnjom dvije različite vrste hrasta (lužnjaka i kitnjaka) sađena na dva načina sadnje, jedan sadnjom sadnica u polipropilenskim štitnicima i drugi klasičnom sadnjom (bez štitnika).

Mayhead i Boothman (1997) su proučavali rast i razvoj dvo-godišnjih sadnica hrasta kitnjaka tretirajući ih tijekom tri godine štitnicima različitih visina. Zaključili su da viši štitnici proizvode više biljke, ali nakon što biljka izade iz štitnika njezin prirast se izjednačuje. Što su biljke više promjeri su im manji. Preživljavanje je bolje u štitnicima (Potter 1991, Ponder 1996), a i zaštita od divljači je bolja. Nakon 5 – godišnjeg rasta biljaka u štitnicima (Potter 1991) biljke su dovoljno stabilne i čvrste da mogu dalje same rasti bez pomoći štitnika, nakon njihovog uklanjanja. Preživljavanje biljaka je značajno veće u štitnicima (Liović i dr. 2019) nego bez njih. Biljke su u štitnicima puno više (čak tri puta), a i

brže rastu te je ujedno smanjen utjecaj pepelnice (Liović 1991, 1993, 1996). Polipropilenski štitnici uspjeli su smanjiti mortalitet i povećati visinski prirast sadnica hrasta (Liović 2001). Sadnice u štitnicima imaju veći visinski prirast od sadnica bez štitnika (Kirinčić 2016).

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja – Research area

Šuma posebnom namjenom «FOPER šuma» sastavni je dio gospodarske jedinice „Zelendvor“ kojom gospodari Šumarija Varaždin i prostire se na površini od 3,64 ha. „FOPER šuma“ se sastoji od dva dijela, istraživački i memorijalni dio.

Istraživački dio nalazi se u odsjeku 13c na površini od 2 ha u kojem je posađeno 3.412 biljaka hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka i to na dva načina. Jedan dio u razmaku sadnje 3 x 3 m u polipropilenskim štitnicima (slika 2). Drugi dio razmaka sadnje 2 x 2 m uobičajenim načinom (bez štitnika).

Memorijalni dio je smješten u odsjeku 13d na površini od 1,64 ha. U tom dijelu posađene su vrste drveća, grmlja i prizemnog rašča koje su specifične za države jugoistočne Europe koje sudjeluju u FOPER II projektu (Albanija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Finska, Hrvatska, Makedonija i Srbija). Evropski šumarski institut (EFI) osnovao je 2004. godine projekt pod naslovom „Obrazovanje i istraživanje iz šumarske politike i ekonomike na području jugo-

istočne Europe (Forest Policy and Economics Education and Research (FOPER) on the area of South East Europe). Projekt je imao za cilj jačanje kapaciteta obrazovanja, vježbanja i istraživanja iz područja šumarske politike i ekonomike. U projekt je bilo uključeno stotinjak ljudi iz različitih zemalja, koji su kroz svoj rad u istom cilju razvijali međusobna poznanstva i suradnju. Tako se spontano rodila ideja o osnivanju FOPER šume koja će biti reprezentant sinergije obrazovanja, istraživanja i zadovoljstva. S jedne strane istraživački dio će simbolizirati primarne ciljeve projekta, a s druge strane FOPER šume memorijalni dio će sa hortikulturnim uljepšavanjem simbolizirati suradnju i prijateljstvo koje se razvilo tijekom 8 godina (2005. do 2013. godine) između ljudi i zemalja koje su bile uključene u projekt FOPER.

U odsjeku 13c do osnivanja „FOPER šume“ (slika 1) bila je umjetno podignuta kultura smreke (*Picea excelsa* L.) i borovca (*Pinus strobus* L.) s pojedinačnim stablima bagrema (*Robinia pseudoaccacia* L.) i jasena (*Fraxinus excelsior* L.).

Na tim prvotnim staništima na kojima su sađene pretežito kulture smreke, borovca i bagrema započet je pokus konverzije, prevođenja u viši uzgojni oblik. S obzirom na metode konverzije, radi se o direktnoj konverziji sadnjom sadnica, odnosno kako smo mijenjali i vrstu radi se o supstituciji s tipom konverzije: Sadnja sadnica uz djelomično korištenje štitnika za sadnice. A način izvođenja konverzije je sadnja sadnica uz ogradijanje zaštitnom ogradom.

U istraživačkom dijelu iskopane su dvije pedološke jame (slika 3), uzeti uzorci za fizikalnu i kemijsku analizu tla te uzeti uzorci za izradu monolitnog profila tla. Pedološki profil je iskopan na starom aluvijalnom nanosu nekadašnjeg djelovanja rijeke Drave. Profil je dubine 180 cm i u donjem dijelu ispod 1 m se pojavljuje šljunak u većim količinama. Fiziološki aktivnim P (P_2O_5) i K (K_2O) je u površinskom horizontu do 3 cm srednje opskrbljeno tlo, a dalje do dubine od 1 m vrlo slabo opskrbljeno. Isto tako dušikom (N%)



Slika 1. Ortofotoplana pokusa
Figure 1. Orthophoto experimental plan



Slika 2. Štitnici na plohi
Figure 2. Tree shelters on plot



Slika 3. Pedološka istraživanja
Figure 3. Pedological research

je tlo siromašno, jako dobro je do 3 cm dubine. U površinskim horizontima tlo sadrži dosta humusa (vrlo dobro opskrbljeno). Nemaju povoljan C:N odnos ispod dubine od 30 cm (mogući izostanak mikrobiološke aktivnosti). Taj odnos trebao bi iznositi od 10 do 15. Po mehaničkome sastavu tlo pripada u lake gline i glinaste ilovače.

Velik dio površina gospodarske jedinice "Zelendvor" zauzimaju umjetno podignute sastojine bjelogorice i crnogorice na staništu hrasta lužnjaka i običnoga graba ((*Carpino betuli - Quercetum roboris* (Anić 59) Rauš 69)). To su nasadi bagrema (*Robinia pseudoaccacia L.*), crnog oraha (*Juglans nigra L.*) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*), koji se počeo unositi u proteklom polurazdoblju, dok od crnogorice raste američki borovac (*Pinus strobus L.*), obična smreka (*Pinus excelsa L.*) i duglazija (*Pseudotsuga douglasii L.*). U starijim kulturama česte su progale u kojima se nalaze elementi zavičajne vegetacije ((lužnjak (*Quercus robur L.*), obični grab (*Carpinus betulus L.*), kupina (*Rubus caesius L.*), lijeska (*Corylus avellana L.*), *Convalaria majalis L.*, *Pteridium aquilinum L.*, *Carex brizoides L.*)). Vrsta koja zauzima veće površine su sastojine bagrema (*Robinia pseudoaccacia*) razbacane po gospodarskoj jedinici i to na najlošijim stanišnim i sastojinskim prilikama. Za područje cijele gospodarske jedinice ustanovljen je jedan glavni ekološko-gospodarski tip II – G – 10 koji je predstavljen zajednicom hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris* (Anić 59) Rauš 69).

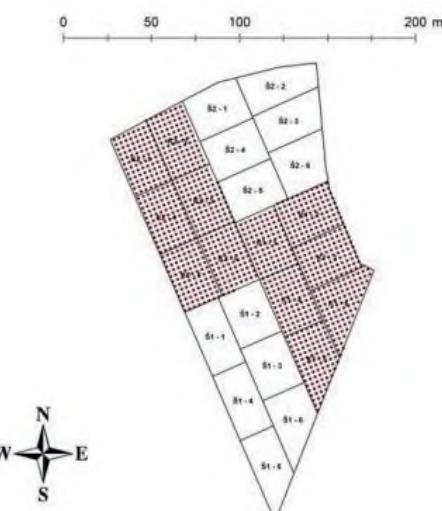
Meteorološki podaci dobiveni su od Hrvatskog meteorološkog zavoda za razdoblje od proteklih 40 godina (1979. do 2018. godine). Dinamika visine snijega je ujednačena svih 40 godina, iako se uočavaju pojedini ekstremi visine (1986., 1993. i 2013. godine). Broj snježnih dana je jako varijabilan, od 5 (1989.) do 41 (1996.) dana u godini. Nema značajnijih odstupanja srednje godišnje jačine vjetrova, tek nešto veće vrijednosti 2017. i 2018. godine. U posljednjih 30 godina smanjen je broj dana s maglom na oko 50. Do značajne promjene je došlo krajem 80-ih i početkom 90-ih

godina prošloga stoljeća. Najznačajnija odstupanja svih promatranih meteoroloških podataka dogodila su se u vrijednostima temperature zraka. Ona je u 40 godina povišena za 2°C, što je značajan porast. Promatrajući kretanje temperature zraka u ljetnim mjesecima trend je gotovo isti kao i na godišnjoj razini. Najveći broj kišnih dana uočava se 2014. godine, a najmanji 2011. godine. Najveća godišnja količina oborina evidentirana je 2014. godine, a najmanja 2011. godine.

Terenska istraživanja i obrada podataka – *Field research and data processing*

Na površini od 2 ha posađeno je ukupno 3.412 biljaka hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka (2 + 1) i to na dva razmaka sadnje. Jedan dio u razmaku sadnje 3 x 3 m u štitnicima (1.107 biljaka). Drugi dio razmaka sadnje 2 x 2 m (2.305 biljaka) uobičajenim načinom (bez štitnika), ali je uz svaku sadnicu zabijen kolčić radi lakšeg uočavanja prilikom njene sadnica. Cijela je površina podijeljena na 24 pod plohe (slika 4) približnih površina. Na jednoj plohi nalazi se jedna vrsta drveća sađena istom načinom. Raspored vrsta je naizmjeničan od plohe do plohe. Upotrijebljen je randomizirani oblik metode, sa 4 bloka i 3 ponavljanja. Oznaka „kultura“ znači da su sadnice u polipropilenskim štitnicima. Oznaka „šuma“ znači da su sadnice bez štitnika. Oznaka „K – K“ znači hrast kitnjak u štitnicima; oznaka „K – L“ znači hrast lužnjak u štitnicima; oznaka „Š – K“ znači hrast kitnjak bez štitnika; oznaka „Š – L“ znači hrast lužnjak bez štitnika (tablice 1 do 4)..

Visina biljaka mjerena je svake godine u vrijeme mirovanja vegetacije u razdoblju prema planu (2012. do 2017. godine) i rasporedu mjernim štapom zaokruženo na 5 cm šest godina uzastopce. Izmjerom 2017. godine mjerena je prsni promjer onih stabala koja su bila viša od 130 cm promjerom



Slika 4. Plan pokusa
Figure 4. Experiment plan

sa milimetarskom podjelom. Iz odnosa prsnog promjera i visine stabala izračunat je indeks vitkosti. Prisutnost i intenzitet hrastove pepelnice *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. utvrđivano je tijekom srpnja i kolovoza za razdoblje (2012. do 2014.) od prve tri godine nakon sadnje metodom opažanja i procjene u 6 stupnjeva površinske pokrivenosti lišća (0 - bez pepelnice do 5 - preko 80% pokrivenosti). Za statističku analizu korišten je Kruskal - Wallis - ov test koji pokazuje postoje li značajne razlike između načina sadnje.

Tumačenje oznaka

Tablica 1. Osnovna podjela pokusa

Table 1. Basic division of experiments

OZNAKA	RAZMAK SADNJE	ZAŠTITA
K	3 x 3 m	štitnik
Š	2 x 2 m	bez štitnika

Tablica 2. Oznake na karti i na terenu

Table 2. Markings on the map and in the field

OZNAKA	BLOK	RAZMAK SADNJE	ZAŠTITA
K 1	1.	3 x 3 m	štitnik
K 2	2.	3 x 3 m	štitnik
Š 1	1.	2 x 2 m	bez štitnika
Š 2	2.	2 x 2 m	bez štitnika

Tablica 3. Oznake u bazi podataka

Table 3. Marking in the database

OZNAKA	VRSTA	RAZMAK SADNJE	ZAŠTITA
K - L	lužnjak	3 x 3 m	štitnik
K - K	kitnjak	3 x 3 m	štitnik
Š - L	lužnjak	2 x 2 m	bez štitnika
Š - K	kitnjak	2 x 2 m	bez štitnika

Tablica 4. Primjeri

Table 4. Examples

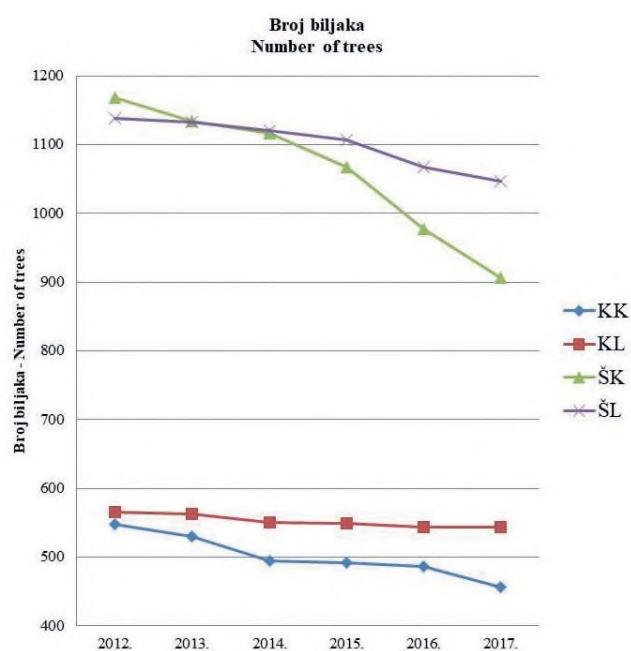
PRIMJER	ZNAČENJE
Š 1 - 4	oznaka podplohe
Š	`2 x 2 m; bez štitnika
1	1.blok
4	oznaka pod plohe u bloku (1 - 6)
PRIMJER	ZNAČENJE
K 2 - 5	oznaka podplohe
K	`3 x 3 m; štitnik
2	2.blok
5	oznaka pod plohe u bloku (1 - 6)

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

RESULTS WITH DISCUSSION

Broj biljaka – Number of trees

Uspjeh sadnje bio je nešto preko 95%. Međutim broj biljaka smanjivao se svake godine zbog abiotiskih i biotskih čimbenika, usprkos provođenim redovnim mjerama njege.



Slika 5. Sveukupan broj biljaka na cijeloj površini

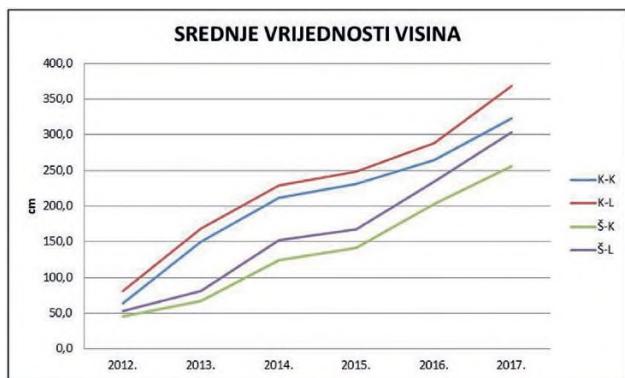
Figure 5. Total number of trees on hall area

Sveukupan broj biljaka i trend preživljivanja razvidan je na slici 5. Nakon 5 godina ukupan broj biljaka je 2.955, odnosno došlo je do smanjenja za 14% (slika 5). Broj biljaka u štitnicima (slika 5) smanjen je za 4% kod hrasta lužnjaka, a za 17% kod hrasta kitnjaka. Najveći pad dogodio se tijekom 2014. godine (lužnjak 2%, kitnjak 7%). Trend pada nastavljen je kod hrasta kitnjaka, dok se kod hrasta lužnjaka uočava ublažavanje pada. Broj biljaka bez štitnika (slika 5) smanjen je za 8% kod hrasta lužnjaka, a za 22% kod hrasta kitnjaka. Trend pada nastavljen je istim intenzitetom kod hrasta kitnjaka, dok se kod hrasta lužnjaka uočava blaži pad. Ukupan broj biljaka hrasta kitnjaka smanjen je 23% kod sadnica bez štitnika, a 17% kod sadnica u štitnicima. Dakle, preživljavanje je veće kod sadnica hrasta kitnjaka u štitnicima. Takve rezultate obrazlažu Potter (1991) i Ponder (1996), tvrde da je preživljavanje bolje u štitnicima. Kao i Liović i dr. (2019) tvrde da je preživljavanje biljaka značajno veće u štitnicima nego bez njih te su polipropilenski štitnici uspjeli smanjiti mortalitet sadnica hrasta (Liović 2001).

Ukupan broj biljaka hrasta lužnjaka smanjen je 8% kod sadnica bez štitnika, a 4% kod sadnica u štitnicima.

Visine stabala – Tree heights

Prikazani snop (slika 6) srednjih vrijednosti izmjerjenih visina ukazuje na značajne razlike. Visine biljaka u štitnicima su značajno veće bez obzira na vrstu drveća. U 2017. godini razlika iznosi oko 110 cm. Još veća razlika uočava se u 2014. i 2015. godini. Srednja vrijednost hrasta lužnjaka u štitnicima (K - L) iznosi 368,7 cm u 2017. godini. Sred-



Slika 6. Srednje vrijednosti visina

Figure 6. Tree height mean

nja vrijednost hrasta kitnjaka bez štitnika (\check{S} – K) iznosi 256,1 cm u 2017. godini. Njihov raspon je oko 110 cm.

Snop izmjerena visina hrasta kitnjaka u štitnicima ukazuje na sličnost ponašanja, odnosno trenda na svim podplohamama. No, s vremenskim odmakom uočava se veća razlika u visinama sadnica između pod ploha. U 2017. godini ta razlika se kreće oko 60 cm. Srednja vrijednost K1-2 pod plohe iznosi 350,6 cm, a maksimalna 460 cm. Srednja vrijednost K2-5 pod plohe iznosi 292,7 cm, a minimalna 200 cm. Raspon najniže i najviše biljke u 2017. godini iznosi 260 cm.

Snop izmjerena visina hrasta lužnjaka u štitnicima ukazuje na sličnost ponašanja, odnosno trenda na svim pod plohamama. No, s vremenskim odmakom uočava se veća razlika u visinama sadnica između pod ploha. U 2017. godini ta razlika se kreće oko 50 cm. Srednja vrijednost K2-2 pod plohe iznosi 384,1 cm, a maksimalna 460 cm. Srednja vrijednost K2-4 pod plohe iznosi 336,4 cm, a minimalna 240 cm. Raspon najniže i najviše biljke u 2017. godini iznosi 220 cm.

Snop izmjerena visina hrasta kitnjaka bez štitnika ukazuje na sličnost ponašanja, ali uočenih razlika srednjih vrijednosti među pod plohamama. No, s vremenskim odmakom uočava se veća razlika u visinama sadnica između pod ploha. U 2017. godini ta razlika se kreće oko 80 cm. Srednja vrijednost $\check{S}1$ -4 pod plohe iznosi 285,0 cm, a maksimalna 400 cm. Srednja vrijednost $\check{S}1$ -2 pod plohe iznosi 205,9 cm, a minimalna 105 cm. Raspon najniže i najviše biljke u 2017. godini iznosi 295 cm.

Snop izmjerena visina hrasta lužnjaka bez štitnika ukazuje na sličnost ponašanja, odnosno trenda na svim pod plohamama. No, s vremenskim odmakom uočava se veća razlika u visinama sadnica između pod ploha. U 2017. godini ta razlika se kreće oko 50 cm. Srednja vrijednost $\check{S}2$ -6 pod plohe iznosi 321,6 cm, a maksimalna 450 cm. Srednja vrijednost $\check{S}1$ -5 pod plohe iznosi 276,8 cm, a minimalna 200 cm. Raspon najniže i najviše biljke u 2017. godini iznosi 250 cm.

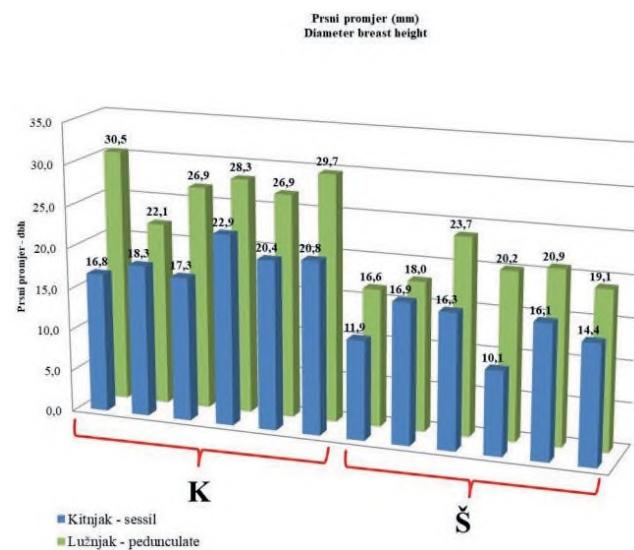
Usporedba visina stabala hrasta kitnjaka u štitnicima pokazuje da nema značajne razlike među pod plohamama. Veći

prirast uočava se pri izmjeri 2013. i 2017. godine. Usporedba visina stabala hrasta lužnjaka u štitnicima pokazuje da nema značajne razlike među pod plohamama. Veći prirast uočava se pri izmjeri 2013. i 2017. godine. Usporedba visina stabala hrasta kitnjaka bez štitnika pokazuje da postoje značajne razlike među pod plohamama i to posebno kod Š1-2 i Š1-6 pod ploha. Prirast je dosta ujednačen svih godina. Usporedba visina stabala hrasta lužnjaka bez štitnika pokazuje da postoje značajne razlike među pod plohamama i to posebno kod Š1-5 pod plohe. Prirast je dosta ujednačen svih godina. Kod navedenih ploha (Š1-2, Š1-5 i Š1-6) tijekom izmjere uočeno je mjestimično oštećivanje biljaka od divljači. Stabla hrasta kitnjaka rasla u štitnicima i u kasnijoj dobi (5 godina nakon sadnje) nakon što su značajno nadrasla visinu štitnika (1 m) i dalje postižu veće visine od ostalih stabala koja su rasla bez štitnika. Stabla hrasta lužnjaka rasla u štitnicima i u kasnijoj dobi (5 godina nakon sadnje) nakon što su značajno nadrasla visinu štitnika (1 m) i dalje postižu veće visine od ostalih stabala koja su rasla bez štitnika. U usporedbi s hrastom kitnjakom stabla hrasta lužnjaka značajno su viša.

Prsni promjeri – Diameter breast height

Prsni promjeri hrasta kitnjaka u štitnicima (slika 7) mjereni 2017. godine značajno su veći od stabala raslih bez štitnika. Prsni promjeri hrasta lužnjaka u štitnicima (slika 7) mjereni 2017. godine su značajno veći od stabala rasla bez štitnika. Ujedno su jačih prsnih promjera od stabala hrasta kitnjaka.

Koefficijent determinacije izjednačenja visina hrasta lužnjaka u štitnicima u usporedbi s prsnim promjerima je relativno visok (70%) usprkos starosti stabala (8 godina). Koefficijent determinacije izjednačenja visina hrasta kitnjaka bez štitnika u usporedbi s prsnim promjerima je re-



Slika 7. Prjni promjeri po pod plohamama

Figure 7. Diameter breast height per subplots

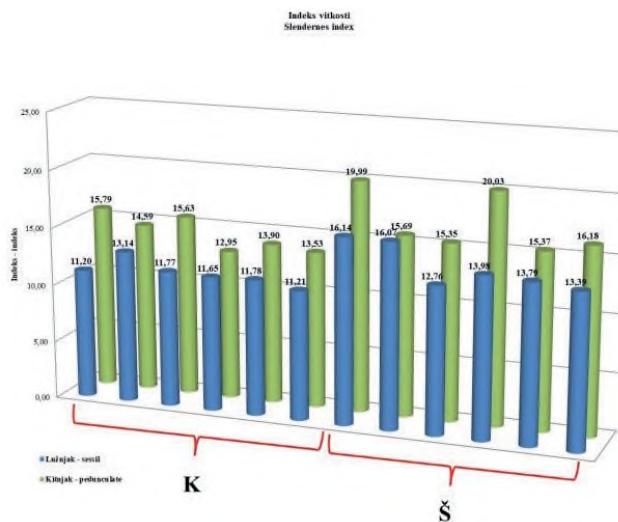
**Slika 8.** Indeks vitkosti po pod plohama

Figure 8. Slendernes index per subplots

**Slika 9.** Prosječna vrijednost visina (AV $\pm 1.96 \cdot SE$) prema različitom načinu sadnje u zadnjoj godini izmjere

Figure 9. Tree heights average value per different method of planting in last measured year

lativno visok (76%) usprkos starosti stabala (8 godina). Koeficijent determinacije izjednačenja visina hrasta lužnjaka bez štitnika u usporedbi s prsnim promjerima je relativno visok (70%) usprkos starosti stabala (8 godina).

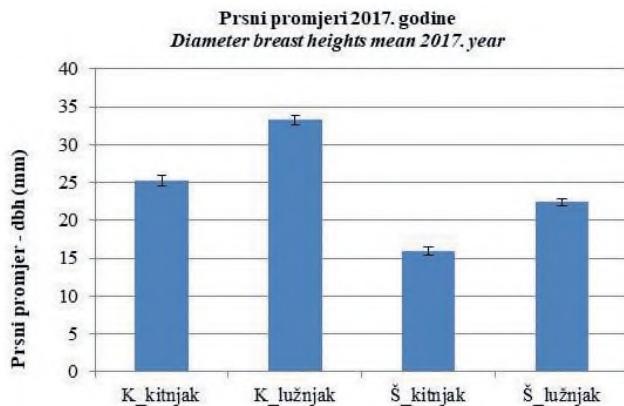
**Slika 10.** Prosječna vrijednost prsnog promjera stabala (AV $\pm 1.96 \cdot SE$) prema različitom načinu sadnje

Figure 10. Diameter breast height average value per different method of planting

Koeficijent determinacije izjednačenja visina hrasta kitnjaka u štitnicima u usporedbi s prsnim promjerima je relativno visok (79%) usprkos starosti stabala (8 godina).

Najveće vrijednosti prsnih promjera imaju stabla hrasta kitnjaka bez štitnika u Š2-3 pod plohi. Najmanje u Š1-2 pod plohi. Najveće vrijednosti visina imaju stabla hrasta kitnjaka bez štitnika u Š2-3 pod plohi, koja su ujedno i najdeblja. Najmanje u Š1-2 pod plohi kao i kod prsnih promjera. Najveće vrijednosti prsnih promjera imaju stabla hrasta kitnjaka bez štitnika u Š2-6 pod plohi. Najmanje u Š2-2 pod plohi. Najveće vrijednosti visina imaju stabla hrasta lužnjaka bez štitnika na Š2-6 pod plohi, koja su ujedno i najdeblja. Najmanje na Š1-5 pod plohi.

Indeks vitkosti pokazuje odnos visine i prsnog promjera. Što je indeks manji stabla su manje vitka i otpornija na savijanje. Indeks vitkosti hrasta kitnjaka (slika 8) generalno je manji u štitnicima od onih bez štitnika. Indeks vitkosti hrasta lužnjaka (slika 8) generalno je manji u štitnicima od onih bez štitnika. U usporedbi s hrastom kitnjakom indeks vitkosti oba načina sadnje je manji, a najmanji kod hrasta lužnjaka u štitnicima.

Postoji značajna razlika visina prema načinu sadnje (slika 9).

Tablica 5. Deskripcija po svim ponavljanjima

Table 5. Description per all repetitions

sadnja_vrsta	Variable	Obs	Mean	STDEV	Min	Max	1.96*SE	95%CI up	95%CI down
K_kitnjak	h_2017	140	319,9286	59,94898	135	460	9,930563	329,8591626	309,9980374
K_lužnjak	h_2017	181	367,8729	51,83875	220	510	3,853144	371,7260439	364,0197561
Š_kitnjak	h_2017	227	255,3524	65,70152	105	430	4,360763	259,713163	250,991637
Š_lužnjak	h_2017	310	302,9677	64,47748	140	450	3,662075	306,6297748	299,3056252
K_kitnjak	d_2017	140	25,27143	8,439239	4	50	0,713246	25,98467587	24,55818413
K_lužnjak	d_2017	181	33,27624	8,639119	9	60	0,642141	33,91838066	32,63409934
Š_kitnjak	d_2017	227	15,95154	7,884809	0	42	0,523333	16,47487315	15,42820685
Š_lužnjak	d_2017	310	22,38387	8,519409	5	55	0,48387	22,86773992	21,90000008

Kruskal – Waliss – ov test (tablica 5) pokazuje da postoje značajne razlike između visina stabala između 4 grupa, $\chi^2(3) = 245.441$, $p < 0,05$.

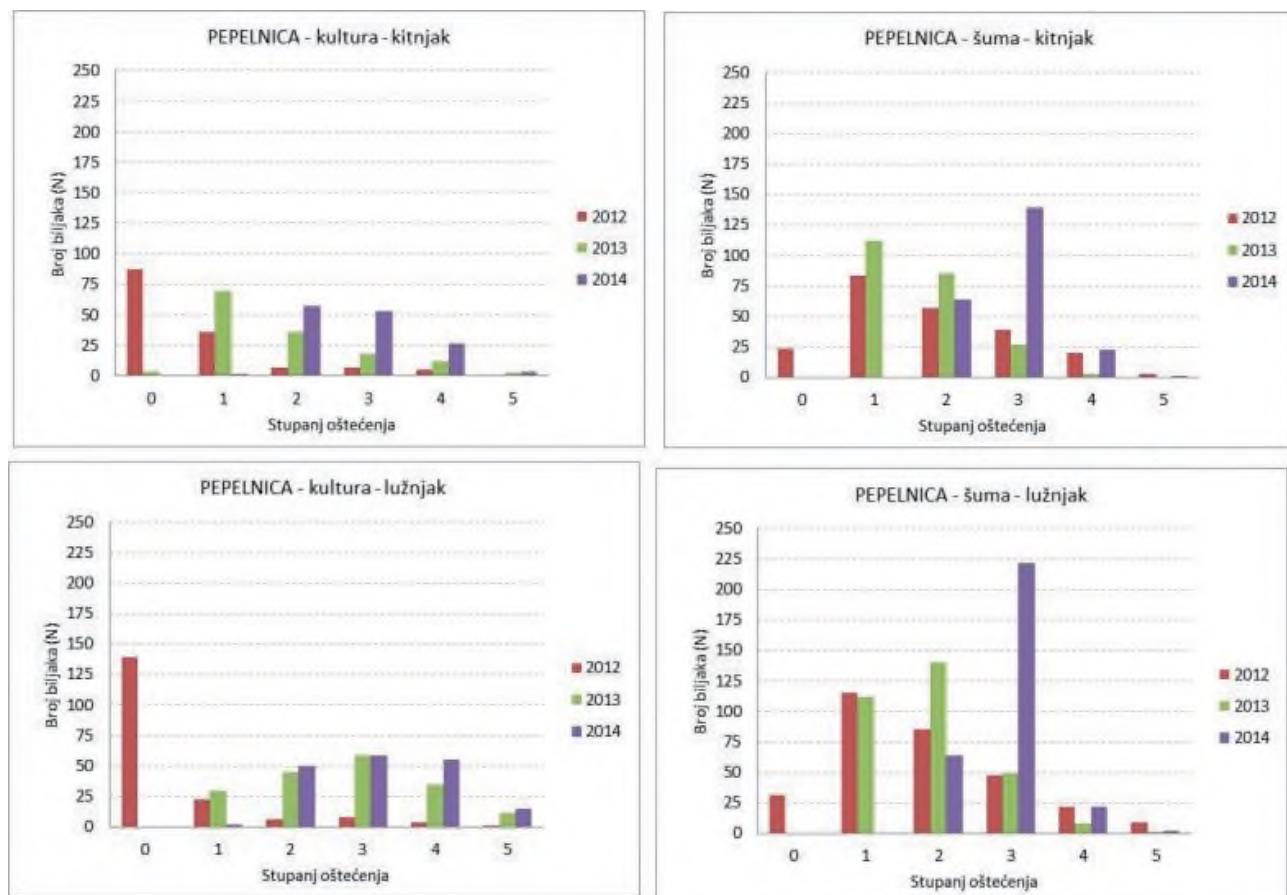
Postoji značajna razlika prsnog promjera prema načinu sadnje (slika 10).

Zahvaćenost hrastovom pepelnicom – *Infestation by oak powdery mildew*

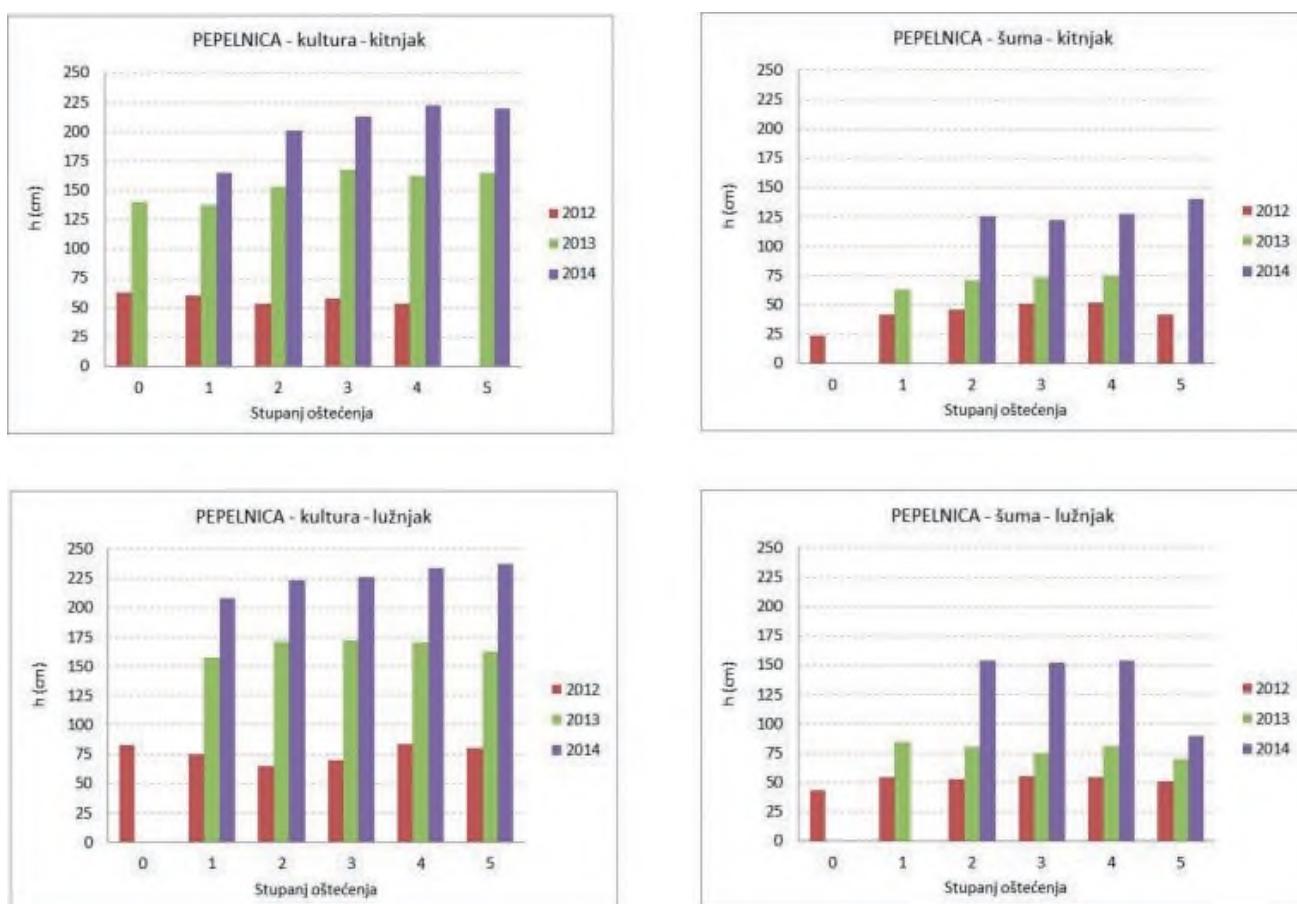
Prisutnost hrastove pepelnice na lišću i njezin intenzitet promatran je i evidentiran tijekom tri godine (2012. do 2014.). Dinamika razvoja pepelnice (slika 11) na stablima hrasta kitnjaka u štitnicima prati Gaussovou krivulju s pomakom prema vremenskom odmaku. Samo što je u 2013. i 2014. godini ona niža i spljoštenija. U prvoj godini nešto je veći postotak broja biljaka hrasta lužnjaka bez prisutnosti pepelnice u odnosu na hrast kitnjak u štitnicima. U drugoj godini hrast kitnjak u štitnicima otporniji je na prisutnost pepelnice od hrasta lužnjaka. U trećoj godini prisutnost pepelnice je podjednako kod obje vrste u štitnicima uz manje razlike u intenzitetu pokrivenosti lišća. U prvoj godini pepelnica se na hrastu kitnjaku bez štitnika pojavila na skoro svim biljkama (92%). Na 60% broja biljaka prisutna je do 40% površine lišća. U drugoj godini pepelnica se na hrastu kitnjaku bez štitnika razvila na više od polovice broja biljaka (56%) do 20% pokrivenosti lišća. U trećoj godini pepelnica je prisutna na hrastu kitnjaku bez štitnika na svim biljkama. Na skoro dvije trećine (63%) biljaka prisutna je na 40 do 80% površine lišća.

Na preko dvije trećine broja biljaka (68%) u drugoj godini pepelnica se na hrastu lužnjaku u štitnicima razvila na 41% broja biljaka do 40% pokrivenosti lišća. U trećoj godini pepelnica je prisutna na hrastu lužnjaku u štitnicima na svim biljkama. Na preko dvije trećine biljaka prisutna je na 40 do 80% površine lišća.

Dinamika razvoja pepelnice (slika 11) na stablima hrasta lužnjaka u štitnicima prati Gaussovou krivulju s pomakom prema vremenskom odmaku. Samo što je u 2013. i 2014. godini ona niža i spljoštenija. U prvoj godini nešto je veći postotak broja biljaka hrasta lužnjaka bez prisutnosti pepelnice u odnosu na hrast kitnjak u štitnicima. U drugoj godini hrast kitnjak u štitnicima otporniji je na prisutnost pepelnice od hrasta lužnjaka. U trećoj godini prisutnost pepelnice je podjednako kod obje vrste u štitnicima uz manje razlike u intenzitetu pokrivenosti lišća. U prvoj godini pepelnica se na hrastu kitnjaku bez štitnika pojavila na skoro svim biljkama (92%). Na 60% broja biljaka prisutna je do 40% površine lišća. U drugoj godini pepelnica se na hrastu kitnjaku bez štitnika razvila na više od polovice broja biljaka (56%) do 20% pokrivenosti lišća. U trećoj godini pepelnica je prisutna na hrastu kitnjaku bez štitnika na svim biljkama. Na skoro dvije trećine (63%) biljaka prisutna je na 40 do 80% površine lišća.



Slika 11. Broj biljaka po stupnjevima oštećenja i godinama promatrana
Figure 11. Number of plants by degrees of damage and years of observations



Slika 12. Visine stabala po stupnjevima oštećenja

Figure 12. Tree heights by degrees of damage

Dinamika razvoja pepelnice (slika 11) na stablima hrasta kitnjaka bez štitnika prati Gaussovou krivulju s pomakom prema vremenskom odmaku. Samo što je u 2014. godini ona uža i strmija. U prvoj godini pepelnica se na hrastu lužnjaku bez štitnika pojavila na skoro svim biljkama (89%). Na polovini broja biljaka (51%) prisutnost pepelnice je preko 40% površine lišća. U drugoj godini sva su stabla zaražena. Pepelnica se na hrastu lužnjaku bez štitnika razvila na 62% broja biljaka preko 20% pokrivenosti lišća. U trećoj godini pepelnica je prisutna na hrastu kitnjaku bez štitnika na svim biljkama. Na skoro dvije trećine (65%) biljaka prisutna je na 40 do 60% površine lišća. Liović i dr. (2019) su uočili da su zbog napada pepelnice gotovo sve biljke bile njome pokrivenе na dijelu krošanja iznad visine štitnika, dok su unutar štitnika biljke izgledale slabije ili uopće nije bilo pepelnice.

Raspodjela pepelnice (slika 8) prema stupnjevima oštećenosti na stablima hrasta lužnjaka bez štitnika prati Gaussovou krivulju s pomakom prema vremenskom odmaku. Samo što je u 2014. godini ona uža i strmija. U prvoj godini veći broj biljaka hrasta lužnjaka bez štitnika ima slabo prisutnost pepelnice (do 20% pokrivenosti lišća) nego hrasta kitnjaka. Hrast kitnjak je slabije otporan pa je prisutnost veće nego kod hrasta lužnjaka jačih intenziteta. U drugoj

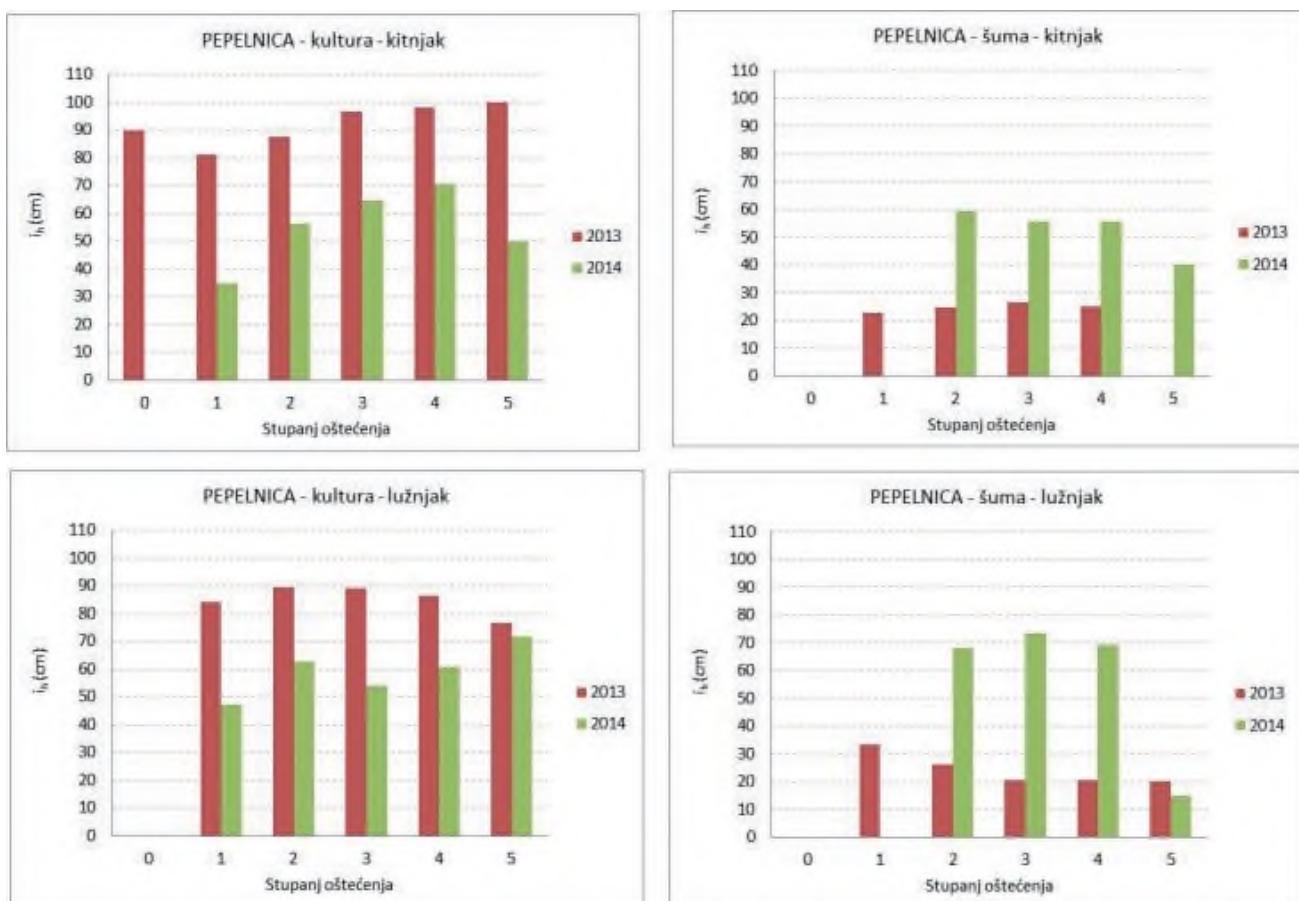
godini hrast lužnjak bez štitnika je značajno osjetljiviji na prisutnost pepelnice nego kitnjak. U trećoj godini prisutnost pepelnice je podjednako kod obje vrste bez štitnika uz manje razlike u intenzitetu pokrivenosti lišća.

U prvoj godini stabla hrasta kitnjaka i lužnjaka bez štitnika su jače zaražena nego ona u štitnicima. U drugoj godini stabla hrasta kitnjaka bez štitnika su jače zaražena nego stabla u štitnicima. U drugoj su godini stabla hrasta lužnjaka podjednako zaražena bez obzira na način sadnje, ali je kod stabala u štitnicima podjednak raspored stupnjeva oštećenja. U trećoj godini najveće je učešće zaraženih stabala hrasta kitnjaka između 20 i 60% pokrivenosti pepelnicom lišća kod oba načina sadnje. U trećoj godini prisutnost pepelnice je najizraženije na stablima hrasta lužnjaka bez štitnika i pokrivenosti 40 do 60% lišća.

Najveća je prisutnost pepelnice stabala bez štitnika u trećoj godini (slika 11), ali samo do 60% pokrivenosti lišća.

Nije utvrđena korelacija između visine stabala i prisutnosti pepelnice (slika 12).

Za razliku od istraživanja Kirinčića (2016) i Liovića (2001) izračunati visinski prirast stabala u štitnicima je manji 2014. u odnosu na 2013. godinu, dok je te iste godine veći na stablima bez štitnika (slika 13) u odnosu na 2013. godinu.



Slika 13. Visinski prirost po stupnjevima oštećenja
Figure 13. Tree height increment by degrees of damage

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Broj biljaka nakon 5 godina izmjere smanjen je za 14%. Kod hrasta lužnjaka smanjen je za 4 do 8%, a kod hrasta kitnjaka za 17 do 22%. Visine i prsni promjeri stabala u štitnicima značajno su veći bez obzira na vrstu drveća. Visine i prsni promjeri hrasta lužnjaka značajno su veće od hrasta kitnjaka. Indeks vitkosti najmanji je kod stabala hrasta lužnjaka u štitnicima. Dakle stabla su „zdepastija“ i otpornija na savijanje. Hrastova pepelnica je jednako zastupljena kod obje vrste drveća i načina sadnje. U štitnicima se pojavljuje kasnije u drugoj godini, ali su zastupljeni svi stupnjevi potkrivenosti lišća. Nije utvrđena korelacija između visina stabala i prisutnosti pepelnice.

ZAHVALA ACKNOWLEDGMENT

Posebnu zahvalu upućujem Hrvatskim šumama, njihovoj Upravi šuma Koprivnica, Šumariji Varaždin, koji su prihvatali ideju osnivanja „FOPER ŠUME“ sa svrhom istraživanja rasta i razvoja različitih vrsta i načina sadnje.

Zahvaljujem svim kolegama na nesobičnom trudu i pomašanju tijekom cijelog razdoblja istraživanja i to: dr. sc. Diliboru Štorgi, mr. sc. Đuri Jendrijevu, Mr. sc. Mirku Kovačevu, mr. sc. Mirjani Grahovac Tremski, Ivanu Krašeku dipl. ing. šum., Zvonku Kranjcu dipl. ing. šum., Davoru Topolnjaku, dipl. ing. šum., Vedranu Križancu, kao i svim radnicima šumarije Varaždin, koji su u različitim fazama radili na osnivanju pokusne plohe i provođenoj izmjeri.

Posebno se zahvaljujem Nataši Lovrić dipl. ing. šum. I mr. sc. Marku Lovriću, kao i svim djelatnicima Hrvatskog šumarskog instituta koji su svojim savjetima i uputama pomogli u kreiranju tijeka istraživanja dr. sc. Sanji Perić, dr. sc. Borisu Vrbeku, dr. sc. Nenadu Potočiću, dr. sc. Ivanu Seletkoviću, mr. sc. Borisu Lioviću, dr. sc. Tomislavu Dubravcu, dr. sc. Krunoslavu Indiru, dr. sc. Dijani Vučetić, dr. sc. Maši Zorani Ostrogović Sever.

Veliko hvala prof. dr. sc. Margaret Shanon, koordinatorici međunarodnog projekta „FOPER“ na svesrdno podršci prilikom osnivanja ovih istraživanja.

Na kraju zahvaljujem mlađim kolegama koji su svesrdno pomagali pri izmjeri mr. sc. Miljenku Županiću, Goranu Habušu, dipl. ing. šum., Svetoslavi Borak mag. ing. silv., Ivici

Mikuleku mag. ing. silv., Antunu Viličiću mag. ing. silv., Lari Milošić mag. ing. silv., Nikolini Medenjak Đođ mag. ing. silv.

LITERATURA REFERENCES

- Benko, M., M. Curman, S. Danon, 2012.: Does „FOPER“ has its own forest?, SEEFOR 4, str. 61-66, Jastrebarsko
- Benko, M., M. Županić, N. Đođ, K. Indir, 2013.: FOPER FOREST, 20th Annual Conference of EFI, , 23. – 27. 09. 2013., Nancy
- Dubravac, T., M. Turk, D. Barčić, 2018: Konverzija panjača hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) oplodnim sjećama-rezultati višegodišnjih znanstvenih istraživanja. Zbornik radova: Poljoprivreda i šumarstvo na kršu mediteransko-sub mediterranskog istočno jadranskog područja-stanje i perspektive. Posebna izdanja, Knjiga 27 , Urednici, Šarić, T., V. Beus,, str: 103-121., Sarajevo
- Dubravac, T., S. Dekanić, 2011: Oplodnim sjećama od panjače do sjemenjače hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) - Rezultati višegodišnjeg praćenja obnove, rasta i razvoja mlade sjemenjače hrasta crnike na stalnoj pokusnoj plohi u Puli. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode. Znanstveni skup: Šumarstvo i poljoprivredu hrvatskog sredozemlja na pragu Europske unije, 13.-14.10.2011., Sažeci, str. 20-21., Split
- Dubravac, T., V. Krejči 2001: Pojavnost mladog naraštaja u sačuvanim panjačama hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) – uvjet osiguranja budućih sjemenjača. Znanstvena knjiga: Znanost u potrajanom gospodarenju hrvatskim šumama, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko, "Hrvatske šume" d.o.o. pp: 43-52, Zagreb
- Kirinčić, M., 2016.; Zaštita šuma pomoću tullyjevih cijevi na prostoru šumarije Pisarovina, završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac
- Krejči, V., T. Dubravac, 2000: Obnova panjača hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) oplodnom sjećom. Šum. list 11-12: 661-668, Zagreb
- Krejči, V., T. Dubravac, 2004: Oplodnom sjećom od panjače do sjemenjače hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) Šum. list 7-8: 405-412, Zagreb
- Liović, B. 1996: „Zaštita šumskog drveća polipropilenskim štitnicima“ ,Glasilo Šumarskog instituta Jastrebarsko, Radovi, Volumen 28, Broj 1-2, Jastrebarsko
- Liović, B., 1991: Primjena plastičnih štitnika za zaštitu sadnica hrasta. (The application of plastic tree shelters for the protection of oak seedlings). Rad. Šumarski inst. 26(1): 129-134, Zagreb.
- Liović, B., 1993: Zaštita sadnica šumskog drveća polipropilenskim štitnicima. (Protection of forest tree seedlings by polypropylene shelters). Rad. Šumarski inst. 28(1/2): 255-262, Jastrebarsko.
- Liović, B., 1996: „Nizinske šume Pokupskog bazena“, Glasilo Šumarskog instituta, Jastrebarsko, Radovi, Volumen 31, Broj 1-2, Jastrebarsko
- Liović, B., 2001: Rezultati primjene polipropilenskih štitnika za zaštitu sadnica hrasta lužnjaka - 6 godišnji pokus. Znanstvena knjiga: Znanost u potrajanom gospodarenju hrvatskim šumama., 2000. 309-317., Zagreb
- Liović, B., 2001: Rezultati primjene polipropilenskih štitnika za zaštitu sadnica hrasta lužnjaka - 6 godišnji pokus // Znanost u potrajanom gospodarenju hrvatskim šumama / Matić, S., A. P. B. Krpan, J. Gračan, (ur.). Zagreb: Šumarski fakultet ; Šumarski institut, Zagreb
- Liović, B., Ž. Tomašić, T. Dubravac, R. Licht, M. Turk, 2019: The Effect of Polypropylene Tree Shelters on Growth and Survival of Pedunculate Oak Seedlings (*Quercus robur* L.) // South-east European forestry, 10, 1; 89-96:10.15177/SEEFOR.19-07, Jastrebarsko
- Mayhead, G. J., I. R. Boothman 1997. The effect of tree shelter height on the early growth of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), Forestry, Vol. 70, No. 2, 151 - 155
- Ponder, F. 1996 Tree shelter effects on stem and root biomass of planted hardwoods. In Proceedings of the tree shelter conference, 1995. PA, USA, 19-23., Harrisburg,
- Potter, M.J., 1991: Treeshelters. Forestry Commission Handbook No 7. HMSO, London.

SUMMARY

The research was carried out in the lowland region at a distance of about 3 km from the Drava River at an altitude of 190 m, in an area where mostly spruce, white pine and black locust are planted, although the habitat is suitable for planting and growing oak. Considering the changed ecological and climatological conditions, an experimental plot of 2.00 ha was established. Three-year-old (2 + 1) seedlings of pedunculate oak (*Quercus robur*) and sessile oak (*Quercus petraea*) were planted on the plot according to two different methods. The first group was planted at a distance of 3 x 3 m in polypropylene shelters. The second group was planted at a distance of 2 x 2 m in the regular way (without the shelters). The entire area was divided into 24 plots of approximately the same size. Each plot con-

tained only one tree species. The arrangement of species alternated between the plots. A randomized block design was used, with 4 blocks and 3 replicates. Tree heights were measured for 5 consecutive years not during the growing season. Breast height diameters were measured at the end of the observed period. The impact and intensity of powdery mildew has been observed for three years during the summer months. The aim of the research is to study the growth and development of pedunculate oak and sessile oak seedlings in an area where these species were not commonly grown, although there are adequate ecological and economic conditions. After 5 years of measurement, the number of plants was reduced by 14%. In pedunculate oak the number of trees was reduced by 4 to 8%, and in sessile oak by 17 to 22%. The height and breast height diameters of the trees grown within the shelters were significantly higher regardless of the tree species. The height and breast height diameter of pedunculate oak trees was significantly larger than of sessile oak trees. No correlation was found between tree height and the presence of powdery mildew.

KEY WORDS: conversion, growth, polypropylene tree shelters, tree heights, FOPER forest, Zelendvor, pedunculate oak, sessile oak

PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 9/1920 I 10/1920

Prodaja ploda od borovice ili venje (*Juniperus communis*).

Kod šumske Uprave u Deliblatu (Banat) dana 15. oktobra 1920. u 10 sati prije podne prodavati će se putem javne licitacije uz zatvorene pismene ponude oko 80 (osamdeset) metričkih centi ploda od borovice ili venje (*Juniperus communis*) veoma dobre kakvoće uz početnu (iskličnu) cijenu od 280 (dvijestoosamdeset) kruna po metričkom centu.

Propisno biljegovane pismene ponude treba predati najkasnije do 14. oktobra 1920. u 12 sati o podne kod Šumske Uprave u Deliblatu.

Ponudi treba priložiti priznanicu, da je kod blagajne Šumske Uprave u Deliblatu ili bilo kod koje državne blagajne kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca položeno 2240 kruna žaobine. U ponudi mora biti izričito navedeno, da su nudioći uslovi licitacije poznati i da ih bezuslovno prihvata.

Pobliži uslovi licitacije, obrazac ponude i napis na omot ponude mogu se pogledati kod Šumske Uprave u Deliblatu, a na zahtjev i poštom poslati.

Prodaja se dogadja postavno u željeznička kola na željezničkoj stanici Jasenova (blizu Bele Crkve), dočim o potrebnim vrećama i materijalu za vezanje ima se kupac o svom trošku pobrinuti.

Iz kancelarije Šumske Uprave u Deliblatu broj 793/920.

OD ŠUME DO INTARZIJE

FROM FOREST TO MARQUETRY

Margarita BEGO¹

SAŽETAK

Cilj ovoga rada je pokazati važnost očuvanja šuma, kao jednog od temelja kulturne baštine Republike Hrvatske. Šume su prirodno bogatstvo i izvor drva koje se primjenjuje u restauraciji drvnih predmeta visoke umjetničke vrijednosti, s naglaskom na posebne restauratorske vještine, umjetničke izrade intarzija. Furniri kao drvni proizvodi, dobiveni tehnološkim procesima su u sredini tehnološkog procesa između održavanja šuma i izrade intarzija. Drvo je materijal koji se koristi kroz povijest, te mu se pravilnim održavanjem i uporabom produljuje životni vijek. Intarzija je umjetnička tehnika koja se intenzivno razvila u 13. stoljeću, a potječe još iz doba Egipta i Rima. Sastoji se od jednostavnog umetanja materijala za ukrašavanje površina ili predmeta. Furniri su najvažniji element za izradu intarzije. Tijekom povijesti razvilo se nekoliko načina izrade, od kojih se izdvajaju sljedeće tehnike: *Tarsia certosina*, *Tarsia geometrica*, *Tarsia a topo*, *Tarsia a Incastro* nazvana *Boulleova* tehnika. U radu je prikazana najjednostavnija ručna izrada intarzije sa zadanim motivom. Prikazom jednostavne intarzije opisan je proces od izbora furnira do izrade intarzije Boulleovom tehnikom, te zaključkom da fina umjetnost počiva i razvija se iz šume.

KLJUČNE RIJEČI: šuma, furniri, intarzije, tehnike intarzija

1. UVOD

1. INTRODUCTION

„Šuma je najveći dar koje ima čovječanstvo.“

Gaj Plinije Sekund, zvan Stariji (23.-79. godine)

Podaci koji se mogu pronaći za potrebe istraživanja sežu u daleku prošlost, pokušavajući time prikazati važnost prirodnog bogatstva i resursa bez kojih današnjice ne bi bilo i o čemu se danas ne bi pisalo, istraživalo i uspoređivalo. Iz tih osnovnih postavki može se zaključiti da

očuvanje šuma i zaštita okoliša predstavlja preopsežan problem te su svi napor, konferencije, radionice i drugi skupovi premalo da bi se osvijestilo stanovništvo svijeta o važnosti očuvanja prirodnih resursa koji se uništavanju. Uz trenutno najveći problem u očuvanju planeta Zemlje, očuvanja okoliša, neminovno je očuvanje šuma i njenih općekorisnih funkcija, kao što su osiguravanje svježeg zraka i čiste vode, kao i izvora drvne sirovine. Utjecaj šume na čovjekov okoliš je iznimno velik (Visković, 2001).

Šume su krhak ekosustav, a njihovo održivo upravljanje s pažljivim korištenje resursa, ključni su za borbu protiv klimatskih promjena i doprinos napretku i dobrobiti sadašnjih i budućih generacija. Stalno se ističe da šume pokrivaju trećinu Zemljine kopnene površine, obavljajući životne vitalne funkcije, čime su biološki najraznovrsniji i jedan od najsloženijih ekosustava na kopnu. Osim što su šume pluća svijeta one su i ukupnost bioloških dobara sjedinjenih u šumske ekosustave pa su, uz morske ekosustave, globalno najvažniji dijelovi prirode (Burne 1994; Sekulić, 2001).

Kroz povijest čovjek se koristio drvom za različite potrebe, od drva kao materijala za paljenje vatre, do građenja stambenih nastamba i plovila te izrade drvenih predmeta, oruđa i alata. Sve do danas, drvo je jedan od najviše upotrebljavanih materijala. Ljudi su vrlo rano na Sredozemlju počeli iskorištavati šumu. Djelatnošću čovjeka šuma uzmiče pred šikarom i makijom (Braudel, 1996). Šume su od davnine bile najveće blago Republike Hrvatske. Zbog koristi koju je stanovništvo imalo od šuma, one postaju simbol slobode (Kolar-Dimitrijević, 2008).

¹ Dr. sc. Margarita Bego, Sveučilište u Dubrovniku, Branitelja Dubrovnika 41, 20 000 Dubrovnik, email: margarita.Bego@unidu.hr

Šume su, kao što je općenito poznato, najvrjedniji obnovljivi prirodni resurs i opće dobro od iznimnog interesa za Republiku Hrvatsku. Šumarstvo je znanost, struka i umijeće gospodarenja i očuvanja šuma i staništa, odnosno cijelog šumskog ekosustava, za trajnu dobrobit društva, okoliša i privrede (Vrbek, 2011).

U dalekoj prošlosti Dalmacija i dalmatinski otoci bili vrlo šumoviti, o čemu svjedoče i statuti pojedinih dalmatinskih gradova (Ninski iz 1103. godine, Korčulanski 1214. godine, Splitski 1240. godine, Dubrovački 1272. godine, Trogirski 1332. godine), iz kojih je vidljivo da se već tada brinulo za očuvanje šuma (Ištvanić, 2001). Još je Polibije tvrdio da je otok Hvar u vrijeme ratovanja Rimljana protiv Demetrija Hrvatskog 219. godine pr. n. ere bio pokriven šumama. Na to upućuje i najstariji naziv za Hvar – Pityeria iz kojega se može zaključiti da je otok u antičko vrijeme bio pokriven borovim šumama (grč. Πίτυς, lat. *pinus* – bor) (Ištvanić, 2001).

Šume i šumska zemljišta u Republici Hrvatskoj, dobra su od općeg interesa te uživaju posebnu zaštitu države i pod budnom su brigom šumarskih stručnjaka. Koriste se pod uvjetima i na način koji su propisani Zakonom o šumama. Cilj gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj je održivo i skladno korištenje svih funkcija šuma i trajno poboljšavanje njihova stanja (URL3).

Hrvatska je danas vrlo šumovito područje, iako to u manjoj mjeri vrijedi za primorske krajeve. Šume i drvo imaju važnu ulogu u tradicijskoj kulturi Hrvata te s njima povezanim drevnim vjerovanjima (Višćak, 2002). Može se zaključiti da je bogatstvo koje Republika Hrvatska ima u šumama bilo neizmjerno važno u prošlosti te bi se to svakako trebalo održati i za buduće generacije. Stoga se u Zagrebu 1996. godine osniva Akademija šumarskih znanosti s ciljem okupljanja šumarskih znanstvenika. Cilj je poticanje razvoja šumarstva kao bitne gospodarske grane Republike Hrvatske (Prpić i sur., 1976).

Predmet ovoga rada je istraživanje primjene umjetničke tehnike izrade intarzija uz korištenje visokovrijednih furnira u svrhu ukrašavanja površina ili predmeta. Prikazan je razvoj tehnika intarzija kroz povijest, te razvoj alata i strojeva koji su se istovremeno razvijali stvarajući impozantne predmete umjetničke vrijednosti. No, da bi se predmeti od drva s intarzijama izradili, ili u današnje vrijeme restaurirali, potrebno je imati na umu da mogućnost stvaranja takvih predmeta koji su dio kulturne baštine ne bi bio moguć bez očuvanja šuma. Stoga bi cilj ovoga rada bio pokazati važnost očuvanja šume, uz plansku proizvodnju furnira, te uporaba furnira za restauratorske tehnike izrade predmeta umjetničke vrijednosti, intarzija. Na osnovi saznanja iz istraživanja, moglo bi se zaključiti da fina umjetnost izrade intarzija započinje u šumi.

2. POVIJEST RAZVOJA PROIZVODNJE FURNIRA

2. HISTORY OF VENEER PRODUCTION DEVELOPMENT

Povijesni razvoj šumarstva na području Republike Hrvatske dijeli se na četiri povijesna razdoblja. Prvo povijesno razdoblje predstavlja uzimanje dobara iz šuma bez ograničenja i bez ikakvog plana. To razdoblje traje do 12. stoljeća kada se prvi put javljaju gradski statuti, od kojih je najstariji očuvani Statut lige kotara ninskog, a koji je napisan 1103. godine. Ti statuti ograničavali su korištenje šumskih dobara. Drugo razdoblje označava korištenje šuma prema potrebama i mogućnostima, bez plana i programa. To razdoblje traje do kraja 17. stoljeća. U trećem razdoblju uvodi se plansko korištenje šuma, ali i program za zaštitu i obnovu postojećih i već devastiranih šumskih područja koje po prvi put donosi Mletačka Republika. Takvo gospodarenje šumama zadržalo se do posljednjeg razdoblja koje počinje polovicom 20. stoljeća te se i danas provodi. Četvrto razdoblje označava korištenje znanstvenog pristupa pri gospodarenju šumama te samim time šumski ekosustav postaje glavni čimbenik održivog prirodnog okoliša. Šuma u zadnjem razdoblju gleda se kao osnovni čimbenik za opstanak prirodnog ekosustava (Krpan, 2013).

Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta u Hrvatskoj iznosi 2688687 ha, što je 47% kopnene površine države. Od toga je 2 106 917 ha ili 78% u vlasništvu Republike Hrvatske, a prema podacima Šumskogospodarske osnove područja 2006. – 2015. na teritoriju Republike Hrvatske 1.1.2006. ukupno je bilo 581.770,30 ha šuma šumoposjednika, a Programi za gospodarenje šumama šumoposjednika bili su izrađeni za 42.741,68 ha ili 7 %. Uređeno je bilo 26 od tada ustrojene 562 gospodarske jedinice, ili 5 % (Šumskogospodarska osnova 2016-2025).

Bez šuma ne bi bilo predmeta izrađenih od drva, posebno analizirajući artefakate umjetničke i estetske vrijednosti. Da bi neki drveni artefakt bio opet u funkciji, te ostao sačuvan budućim generacijama kao bogato naslijeđe kulturne baštine jednog geografskog područja, potebno je učiniti sve što je moguće da mu se ne promijene svojstva, koja ga čine tako jedinstvenim i posebnim. Vrlo je važno da dijelovi predmeta koji su uništeni ili nedostaju budu zamijenjeni ili umetnuti istim materijalima, odnosno istom vrstom drva, bilo da se radi o masivnom drvu ili furniru. Furniri su glatki, tanki listovi drva, debljine od 0,4-10 mm, koji se izrađuju cijepanjem, piljenjem, rezanjem ili ljuštenjem (Mešić, 1998).

Na samom početku u procesu proizvodnje furnira potrebno je pripremiti trupce na određenu dimenziju, odnosno, skratiti ih, a zatim specijaliziranim strojevima, horizontalnom jarmačom raspiliti na polovine, pri čemu se

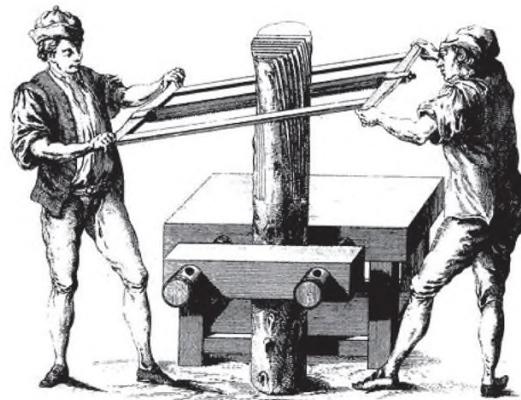
proizvode bočnice, ili pak na četvrtine pri čemu se dalje piljenjem dobivaju blistače i polublistače. Nakon početnog piljenja dobivaju se komadi drva, naziva polovnjaci ili fličevi koji se zatim spuštaju u jame za parenje. Parenje polovnjaka, odnosno furnira radi se u svrhu omešavanja drva kako bi se olakšalo daljnje rezanje i skidanje kore s bočnih strana (Krpan 1951).

Za proizvodnju furnira neophodno je koristiti zdrave, jedre trupce, ravne žice, koje nisu napali insekti, koji imaju određenu debljinu (od 45 cm srednjeg promjera na više, bez kore) i dužinu od 2 m na više. Za izradu furnira koriste se i trupci s nepravilnom žicom drva, od kojih se raspiljivanjem dobivaju posebne dekorativne šare drva, što je za izradu drenih predmeta s intarzijama od posebnog značaja. Ručna proizvodnja furnira stara je nekoliko tisuća godina.

Prvi počeci uporabe furnira potječu iz faraonskog doba. U grobnicama egipatskih faraona nađeni su ukrasi izrađeni od furnira (oko 1500 g. pr.Kr.), a poznavali su ga i upotrebljavali za furniranje također stari Grci i Rimljani (Skliar, 2005). Furnir je sa listićima slonove kosti, abonosa, srebra i zlata, služio za izradu intarzija u drvu. Krajem 18. i početkom 19. stoljeća furnir se upotrebljavao u finijim izradama kao jedan od glavnih materijala za intarzije (Jovanović, 1948). Po Pliniju za proizvodnju furnira najbolja je kle-novina, šimširovina, jasenovina i limunovo drvo (tako su Rimljani nazivali drvo atlaskog čempresa, *Callitris quadrivalvis*). Tvornička proizvodnja furnira počinje tek u 18. Stoljeću, dok se prije toga proizvodnja furnira svodila na primitivan način. Oko 1650. godine javlja se najprimitivnija pila jarmača koja pili trupce gibanjem okvira, odnosno jarma u koji je upeto do dvadeset linih pila. Od 1777. godine u uporabu ulazi i kružna pila koja radi na principu okretanja noža sa zupcima koji penetriraju u drvo i režu ga te tračna pila tek 1808. godine. Prvi podaci o furnirskoj pili pojavljuju se 1812. godine kao patent jednog francuskog inženjera, a u proizvodnju ulazi 1825. godine. Zbog velikog gubitka kvalitetnog drva, ovu tehnologiju zamjenjuje stroj za rezani furnir koju patentira 1834. godine francuski inženjer Charles Picot. Uporaba ovog stroja počinje tek od 1860. godine.

Prvi patent stroja za ljuštenje furnira izdan je u USA 1840. godine (Knežević, 1966). Garand 1844. godine patentira ljuštilicu koja je uz nož imala i potiskivač, s mogućom dužinom trupca do 2 m i brzinom ljuštenja od 4-5 m/min. Nagli razvoj industrije furnira počinje krajem 19. stoljeća (Krpan, 1970). U Njemačkoj je 1843. godine. podignuta prva tvornica za proizvodnju piljenih furnira. Današnji tip strojeva za rezanje furnira počeo se primjenjivati oko 1875. godine. Prva tvornica furnira u nas počela je radom 1913. godine u Slavonskom Brodu (Krpan, 1951).

Tek od polovice 19. stoljeća počinje uporaba furnira za izradu većih, ljepših površina namještaja. Naši preci izra-



Slika1. Piljenje furnira prije izuma stroja (URL 1)

Figure 1. Veneer sawing before the invention of the sawing machine

đivali su tanke daščice cijepanjem, te ih trljali naročitim glatkim kamenom da bi dobili jednaku debljinu i glatkoću (Bajalo, 1958).

Prednost furnira pred masivnim drvom je višestruka: iskorišćivanje skupljih vrsta drva u mnogo manjoj količini, iskorišćivanje savijenih i nepravilnih komada drva, kao i korijena drva, nalijepljeni furnir štiti drvo, te se u slučaju oštećenja mijenja samo furnir, zatim mogućnost izrade puno većih ravnih površina i kao najvažnije slaganje šara drva u pravilne slike (Jovanović, 1948).

Prekrasne teksture dobivaju se poprečnim presjekom drvaraznih nepravilnosti u rastu. Uporaba ovakvog drva je nemoguća za izradu namještaja od masivnog drva, jer drvo uslijed nepravilnosti puca, vitoperi se, uvija i savija, pa je za namještaj neupotrebljiv (Bajalo, 1953). Koriste se takođe i trupci s nepravilnom žicom koji daju posebne dekorativne šare. Industrija furnira obuhvaća proizvodnu tehniku za izradu dekorativnih visoko kvalitetnih površinskih materijala koji su načinjeni od pravoga drva.

Furniri se klasificiraju prema vrsti drva, tehnički izrade, ravnini reza, načinu obrade, načinu slaganja, debljini i načinu primjene. Prema načinu primjene furniri se dijele na plemenite (dekorativne) i slijepi (konstrukcijske). Plemeniti furniri su piljeni i ljušteni furniri koji se koriste za oplemenjivanje lica namještaja, uređenje interijera, za intarzijske radeve i dr. Tu dolaze do izražaja estetska svojstva drva; boja, tekstura i sjaj. Debljina ovih furnira iznosi 0,5 – 1,0 mm, izuzetno 2,0 mm. Slijepi furniri služe kao podloga plemenitom furniru da bi se podloga učinila glađom i da se sprječi raspucavanje plemenitog furnira. Slijepi furnir je deblji i lošije kvalitete.

Slijepi furniri izrađuju se od topolovine, lipovine, vrbovine, johovine, platanovine, jelovine, smrekovine i bukovine, a koriste se za izradu uslojenog drva, zbog čega im debljina najčešće iznosi 2,5, 3 i 3,5 mm. Pod najčešće korištene vrste drva za plemenite furnire spadaju hrastovina, brijestovina,

bijela jasenovina, bijela javorovina, bukovina i crna topolovina. Pri makroskopskoj identifikaciji osnovnih svojstava i karakteristika obavlja se povećanje lupom 5-10 puta (Grael i Lecumberri, 2006).

Kroz povjesne kulturne epohe drvo je uvijek intenzivno privlačilo čovjekovu pozornost, nekada kao čuvanje autentičnosti njegove materije, a nekada uz eksperimentiranje sa tehnikama njegovog ukrašavanja (duborez, intarzija, oslikavanje, marketerijska, furniranje i dr.). Neke vrste drva pružaju originalne estetske efekte, te su kao takve u tankim slojevima lijepljene na pojedine dijelove namještaja. Ovakav način primjene furnira bio je ograničeno zastupljen i predstavljao je pojedinačni umjetnički rad (Gluhaić, 2015).

3. PREGLED PRIMJENE INTARZIJA KROZ POVIJEST

3. AN OVERVIEW OF THE APPLICATION OF MARQUETRY THROUGH HISTORY

Razvojem restauratorskih tehnik, s posebnim osvrtom na tehniku izrade intarzija, promatrano kroz povjesna razdoblja, ipak se proizvodnjom furnira uvelike olakšao rad majstora stolarca, a danas i umjetnika restauratora. Pripredmljeno drvo predviđeno za korištenje listova furnira u izradi umjetničkih slika – intarzija, izrezano u furnir može predstavljati ogromnu umjetničku i estetsku vrijednost artefakta ili predmeta. Tako se može reći da nepravilnosti u rastu drva, u ovome slučaju, nude bogatstvo lijepih slika koje se dobiju slaganjem tako dobivenih furnira. Dva furnira istog presjeka pravilno postavljeni jedan pored drugoga mogu dati dekorativnu, simetričnu sliku neočekivanog efekta. U slučaju odgovarajuće teksture drva, šteta je izrezati ga u piljenice, jer se na taj način dobiva manje dekorativnih površina drva. Rezanjem takvog drva u furnire dobije se veći broj šarenih, tankih, drvenih površina. Furnir omogućava raznovrsno sa-

stavljanje, pa njegove slike i šare, ukusno složene, daju izrađenim predmetima vrlo lijep i živahan izgled (Bajalo, 1953).

Istraživanjem tehniku intarzija kroz povijest može se reći da postoji velik broj načina izrade, odnosno više tehniku kojima se umjetnici mogu koristiti, pa tako i kombinirati tehniku i time stvarati i svoj način izrade.

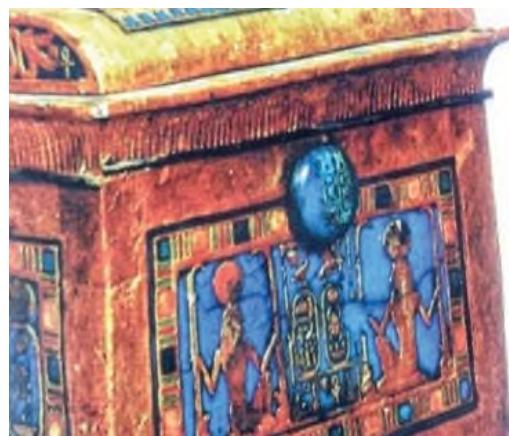
Povijest intarzije kao tehnike počinje još u doba antičke Grčke koja daje primjere ove tehnike rađene u mramoru. Primjeri tehnike mogu se naći i u antičkom Rimu pod nazivom *opus sectile* koji je najčešće rađen u mramoru, staklu i biseru. Prvi poznati tragovi proizvodnje i uporabe furnira nalaze se Starom Egiptu, na raznim predmetima od drva iz kraljevskih grobnica. Furniri su korišteni kao intarzije, zajedno sa slonovačom, dragim kamenjem i metalima, kao dekorativno sredstvo za postizanje umjetničkih efekata (Palolini, 2017). U Egipatskom muzeju u Kairu nalaze se uz intarzije i furnirani stolovi, kreveti, stolice i ostali namještaj iz tog vremena. Slični predmeti su nađeni u staroj Grčkoj i područjima Antičkog Rima. Kod Rimljana se susreće furnir za slične svrhe kod stolova, koji su u njihovom domaćinstvu zauzimali središnje mjesto (Nikolić, 1988). Grobna škrinja iz Tutankamonova groba u Dolini kraljeva je drvena škrinja, koja je prekrivena listićima od zlata i ukrašena različitim ornamentalnim uzorcima te jarkim bojama koje se ističu (Skliar, 2005).

Furnir, inkrustacija i intarzija se smatraju istom tehnikom ukrašavanja iz razloga što se svi sastoje od tankih vrjednijih materijala nanesenih preko drvene podlage. Tehnikom intarzije se umeću komadići drva na tvrdnu podlogu stolova, ormara i sl. Smatra se da riječ ‘intarsia’ dolazi od latinske riječi ‘interserere’ što znači „umetnuti“.

Kada je Egipt u 7. stoljeću došao pod Arapsku vlast, umjetnost intarzije i umetanja komadića drva proširili su se svijetom. Umjetnost intarzije već je bila usavršena u islamskoj Sjevernoj Africi prije nego li ju je kršćanska Europa upo-



Slika 2. Grobna škrinja iz Tutankamonova groba u Dolini kraljeva; drvo s listićima zlata i plavim intarzijama od fajanse (1323. pr. Kr.) Izvor: Skliar, 2005.
Figure 2. The chest found in Tutankhamun's tomb in the Valley of the Kings; wood with golden leaves and blue faience marquetry (1323 BC) Source: Skliar, 2005



znala preko Sicilije. Umjetnost je daljnje razvijena u gradu Sieni od njezinih majstora na katedrali Orvieto oko 1330. godine, gdje se i figurativna intarzija prvi put pojavila te nastavlja u 15. stoljeće. U sjevernu Italiju dolazi krajem 15. stoljeća, šireći se prema svim većim gradovima u Njemačkoj i dolazi do Londona preko flamanskog majstora krajem 16. stoljeća (Jordano, 2011).

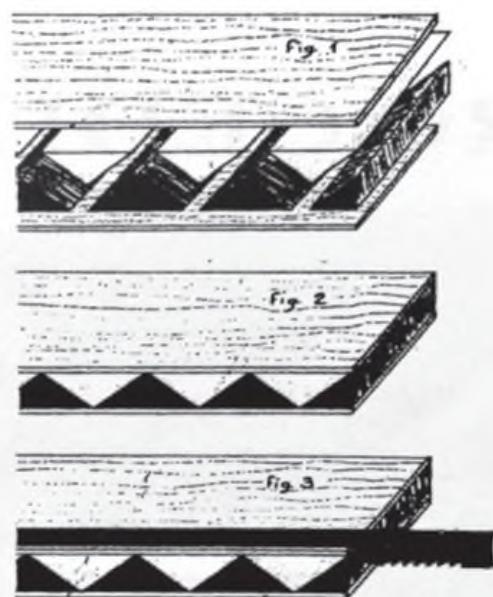
Intarzija se od pojave kršćanstva do Srednjeg vijeka nije primjenjivala. Tek se ponovno javlja u 13. stoljeću kada se umjetničkom tehnikom počinje ukrašavati crkveni namještaj. Primjenjivanjem religioznih motiva, kao i profanih poput plodova, ljudskih i životinjskih likova i slično, dostiže svoj vrhunac za vrijeme perioda talijanske renesanse. Nakon tog razdoblja primjena intarzije u Italiji opada, ali se širi ka zapadu i sjeveru Europe. U to vrijeme posebno se ističe izrada intarzija u Nizozemskoj koja je iz kolonija uvozila egzotične vrste drva korištene za ukrašavanje predmeta od drva. Nizozemski majstori imali su velik utjecaj na francuske umjetnike, s naglaskom na majstora intarzija André-Charlesa Boullea. Tako francuski majstori intarzija počinju koristiti prirodne tonove u izradama samostalnih kompozicija ili u ukrašavanju namještaja (Skliar, 2005).

4. METODE IZRade INTARZIJA

4. METHODS OF MARQUETRY

Tehnike izrade intarzija koje su se razvile kroz povijest mogu se podjeliti na pet najznačajnijih: *Tarsia Cerostina* (još 350 B.C.), *Tarsia Geometrica* (14. stoljeće), *Tarsia a Toppo* (16. stoljeće), *Tarsia a Incastro* (17. stoljeće) te *Piece by Piece* (18. stoljeće). Ostale tehnike se mogu definirati kao kombinacija osnovnih tehnika i njihove varijacije.

Uporaba drva odnosno furnira za izradu dekorativnih elemenata javlja se pod nazivom *Tarsia Certosina*. To je tehnika koju su umjetnici koristili i u 18. Stoljeću, a danas se koristi kako bi se restaurirali nedostajući dijelovi markete-rije. Predstavlja je umetanje dijelova furnira u šupljine u obliku kanala ili drugih oblika izrezbarenih u površinu u koju se kasnije umetnu odgovarajući komadi drva ili drugih materijala. Furniri koji se koriste za ovu tehniku mogu biti debljine i do 5 mm, a mogu se rezati dlijetom ili pilom koja je pogodnija za izradu. Najviše se koristilo drvo orahovine, a motivi koji su bili prikazivani su najčešće bili geometrijski. Izrada tehnike bila je najzastupljenija na španjolskom i talijanskom području. Padom Rimskog carstva prestaje biti zastupljena, ali se ponovno javlja u Italiji u 14. stoljeću te se naziva *Tarsia Geometrica*, te više ne predstavlja umetanje furnira u šupljine već prekrivanje cijele površine komadima furnira. Umjetnici su uz pomoć dlijeta rezali komade drva i slagali ih u geometrijske forme, zbog čega i dobiva naziv *Geometrica*, a danas se može susresti i pod nazivom *frisage*. Prilikom izrade furniri su najčešće piljeni mehanički, pomoću kružne pile.



Slika 3. Tarsia a Toppo, Izvor: Ramond, 1989

Figure 3. Tarsia a Toppo, Source: Ramond, 1989

Kao posljedica zamorne pripreme sitnih komadića furnira u 16. stoljeću dolazi do pojave nove tehnike intarziranja, odnosno tehnike pod *Tarsia a topo*, koja predstavlja ručno pripremanje furnira, odnosno slaganje komada drva.

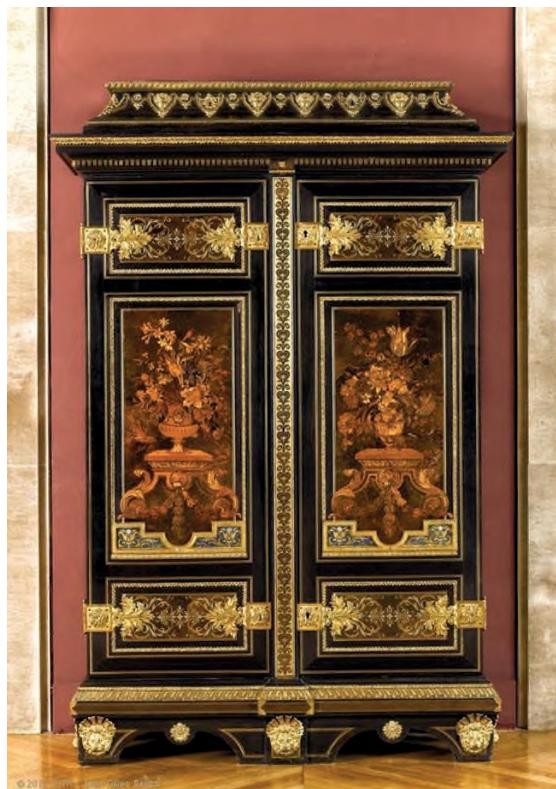
Obilježava je slaganje i lijepljenje drvenih štapića tako da se dobije određeni motiv, nakon čega se reže na tanke trake koje se kasnije umetnu ili lijepe na površinu kako bi se stvorio željeni motiv. Zatim se tako izrezani i pripremljeni oblici drva lijepe u zamišljeni motiv po redu, za što su majstori koristili životinjsko tutkalo.

Usavršavanje intarziranja rezultiralo je ne samo bržim i jednostavnijim načinom izrade, već i sposobnošću za stvaranje kompleksnijih dekoracija te su se tijekom 16. stoljeća mogli vidjeti motivi poput građevina, ulica, stupova, balkona, vr-



Slika 4. Tarsia a topo motivi, Izvor: URL 6

Figure 4. Tarsia a topo motives, Source: URL 6



Slika 5. Kabinet u Boulle stilu, André-Charles Boulle, Louvre (URL 5)
Figure 5. Boulle style cabinet, André-Charles Boulle, Louvre

tova i slično. Osim u Italiji tehniku su usavršavali i njemački majstori te se gradovi Nuremberg, Augsburg i Dresden ističu kao centri ove umjetnosti (Ramond, 1989).

Razvoj nove tehnike koja je obilježila 17. stoljeće u Njemačkoj pod imenom *Tarsia a Incastro* predstavlja spajanje dva ili više furnira, te rezanje s oštricom prateći linije crteža.

Izrađuje se slaganjem furnira različitih vrsta drva jedan na drugi, tako da se nakon rezanja dobiva više mogućnosti slaganja furnira u motiv. Izrada se može svesti na osam koraka od kojih je prvi priprema odnosno odabir furnira. Dobiveni komadi furnira se potom slažu u željeni motiv, čime se po-

stiže isticanje kontrasta boja. Tehniku je usavršio André-Charles Boulle. Pa je poznata je i pod imenom *Boulle technique*. Majstor André-Charles Boulle razvija ovu tehniku do savršenstva i stvara remek-djela zbog čega je tehnika prepoznatljiva i po njegovom imenu. Potpisi umjetnika na djelima zahtijevaju su tek od 1741. godine, pa se njegovim djelima ne može naći njegovo ime. Njegovo djelo u Louvru nosi oznaku umjetnika Jean-Henri Riesenera koji je krajem 18. stoljeća imao čast restaurirati ga.

5. INTARZIJE DANAS 5. MARQUETRY TODAY

Ono što je najvažnije i bez čega se ne može govoriti o intarziji kao umjetničkom stvaranju je poznavanje materijala koji je osnova za ovu granu umjetnosti, a to je drvo. Kod tehnike intarzija najvažniji je odabir vrste drva, te način na koji su ti komadi piljeni i uklapani. Danas drvene intarzije se najčešće rade od furnira debljini 0,6–0,8 mm umetanjem komadića furnira raznih boja, oblika i veličina, koji su u istoj ravnnini s podlogom. Za konsolidiranje željenih cjelina koriste se papirnate trake s nanosom lijepila, kao i specijalni sintetički topivi konac (taljiva nit). Spajanjem ili sklapanjem furnira dobivaju se trodimenzionalne slike nalik mozaicima koje oplemenjuju predmete na poseban način. Veće površine se za podlogu lijepe topлом ili hladnom metodom u specijalnim prešama. Simulacijom u odgovarajućem računalnom programu može se čak dočarati i finalna slika intarzirane površine, pa čak i odabir kombinacija furnira. Od nedavno se za izradu furnira koristi „laserska“ tehnologija koja ubrzava procese izrade željenih formi-izrada replika.

Strojno (CNC, laser) i ručno izrađene intarzije nije moguće usporedivati, po umjetničkoj i ekonomskoj vrijednosti, no to ne znači da strojno izrađen namještaj s intarzijom nije kvalitetan i vrijedan. Predmet brojnih istraživanja je rezanje mlazom vode (water jet). To je relativno nova tehnologija u obradi furnira, a spada u nestandardne postupke



Slika 10. .Piljenje furnira CO2 laserom,vodenim mlazom i izgled gotovih intarzija (Elit, Italija) Izvor: Hlock i sur, 2011
Figure 10. CO2 laser veneer sawing, water jet and the appearance of finished marquetry (Elite, Italy)

obrade. Rezanje mlazom vode omogućava rezanje kompleksnih oblika (Hlock i sur., 2011).

Promatraljući prekrasno izrađene intarzirane površine mnogi ni ne pomisle otkud sve te prelijepo, bogate, ukrašene slike na drvenim površinama. Da nema prekrasnih furnira koji se dobiju prerađom trupaca, iz šumskih sastojina ni potrebnog umijeća stvaranja istih ne bi bilo. Moglo bi se jednostavno zaključiti da nema šume ne bi bilo ni furnira ni intarzija. Umjetnost izrade intarzija seže u daleku prošlost i otkrivaju kolika su bila potrebna znanja i vještine uz vrlo primitivne alate, za izradu takvih predmeta što se danas vidi na mnogim umjetničkim artefaktima pohranjenim u muzejima i posebnim zbirkama Danas, uz svu tehnologiju izrade intarzija i dalje zahtijeva znanje, vještinu i strpljivost u restauraciji drvenih predmeta kulturne baštine.

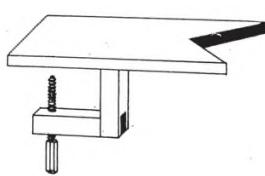
Zahvaljujući širokom spektru vrijednih vrsta drva iz bogatih i dobro očuvanih šumskih sastojina, danas nam intarzije ustavljuju dah svojim očaravajućim vizualnim identitetom.

6. ALATI ZA INTARZIJE

6. MARQUETRY TOOLS

Intarzija se radila alatom koji se kroz povijest mijenjao. Prve tehnike izrade bile su cijepanje daščica debljine 3 ili 4 mm, koje su se cijepale u radijalnom smjeru drva te se stanjivale trljanjem kamenom. Upotrebljavao se nož s kratkom oštricom i usadom, toliko dugim da se oslanja na rame. Uz nož koristili su se usko dlijeto i tanko šilo, a s vremenom se počela upotrebljavati pila. Nakon toga furniri se počinju dobivati pomoću strojeva i nož s dugim usadom je zamijenjen nožem s kratkim usadom. Prednost izrade furnira strojevima je izražena tekstura, sjaj i boja drva koja je odmah uočljiva umjetniku. Izbor drva za izradu intarzija je velik, ali je uz sjaj, teksturu i boju važno da se drvo previše ne uteže, ne lomi prilikom rezanja i ne propušta ljepilo na lice furnira.

Razvojem tehnike i njenim dopunjavanjem te stvaranjem različitih mogućnosti izrade dolazi i do stvaranja različitih alata i strojeva koji omogućavaju jednostavniju izradu. Stoga se potrebna oprema može podijeliti na male i velike alate te strojeve i daska za rezanje (Slike 6.,7.).



Slika 6. Daska za rezanje
furnira

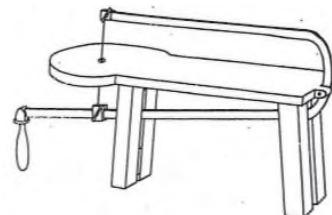
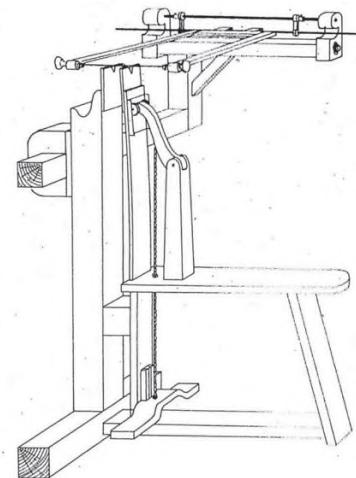


Figure 6. Veneer cutting board **Figure 7.** Fretsaw, hand-held cutting saw

Izvor: Pierre Ramond, Marquetry, France, 1989., 105-107 Source

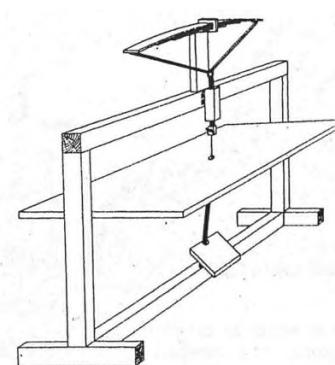
U 19. stoljeću nastaje veći stroj pod imenom *Marquetry cutter's donkey* ili klupa za marketeriju koja se i danas koristi u školama poput Ecole Boulle u Parizu. (URL 4). Nastala je još u ranijem stoljeću te se razvijala dok nije dobila strukturu koja omogućava umjetniku što lakšu izradu (Slika 8). Rad na ovom stroju omogućava rezanje oko dvanaest furnira, te izradu motiva dovedenu do visoke razine preciznosti. Drugi velik stroj osim klupe za marketeriju je *Jigsaw* ili pila koja se sastoji od vertikalnog okvira u koji je horizontalan postavljen postolje za rad kroz čiji centar prolazi pila, čije se kretanje proizvodi pomicanjem pedale koja je smještena u donjem djelu stroja (Slika 9). Prvi modeli nastaju u 19. stoljeću i konstrukcija im je bila izrađena od drva, dok kasniji modeli dobivaju metalnu konstrukciju koja može imati i tzv. swan-neck oblik vertikalnog dijela stroja, kao i motorni način rada. Kod nekih modela ugrađeni su i kompresori koji odstranjuju višak drvene prašine, a ujedno i hlade drvo i prste umjetnika, s obzirom da su oni blizu same oštice za rezanje (Ramond, 1989).

Promatraljući prekrasno izrađene intarzirane površine mnogi ni ne pomisle otkud sve te prelijepo, bogate, ukrašene slike na drvenim površinama. Da nema prekrasnih



Slika 8. Klupa za marketeriju Izvor: URL 4

Figure 8. Marquetry cutter's donkey, Source: URL 4



Slika 9. Jigsaw



Slika 11. Odabrani furniri za izradu intarzije : ptičji javor, palisander, orah, kruška i zebrano (Bego)

Figure 11. Selected veneers for marquetry: birdseye maple, rosewood, walnut, pear wood and zebrawood (Bego)



Slika 12.

Figure 12.

Izvor: S.Stevanović, Source

furnira koji se dobiju preradom trupaca, od drveća koje raste u šumi, ni potrebnog umijeća stvaranja istih ne bi bilo bez šuma. Moglo bi se jednostavno zaključiti da nema šume ne bi bilo ni furnira ni intarzija. Umjetnost izrade intarzija seže u daleku prošlost i otkrivaju kolika su bila potrebna znanja i vještine uz vrlo primitivne alate za izradu takvih predmeta, što se danas vidi na mnogim umjetničkim artefaktima pohranjenim u muzejima i posebnim zbirkama. Danas, uz svu tehnologiju izrade intarzija i dalje zahtijeva znanje, vještini i strpljivost u restauraciji drvenih predmeta kulturne baštine.



Slika 14.

Figure 14.

Izvor: S.Stevanović, Source



Slika 13.

Figure 13.

7. IZRADA INTARZIJA

Najvažniji dio za razumijevanje i usvajanje tehnike intarziranja je sama izrada koja će omogućiti sljubljivanje materijala i alata, zbog boljeg i bržeg savladavanja samog postupka izrade intarzije. Kratkim prikazom izrade najjednostavnije intarzije *Boulleovom tehnikom* približiti će se postupak izrade. Suha metoda izrade intarzije, odnosno marketerije je slaganje listova furnira koji se pričvrste malim čavlićima te se izrađuju pilom, potom zalijepe na željenu drvenu površinu.



Slika 15.

Figure 15.

Prije samog početka izrade intarzije važno je izabrati odgovarajuće listove furnira koji će istaknuti unaprijed odabran motiv na pravi način. Izabrani furniri za izradu jednostavne intarzije u ovom slučaju su drvo kruške, palisandera, oraha, zebранa i ptičjeg javora.

Odabrani furniri su izrezani u veličini podloge koja će biti nositelj intarzije. Zatim se komadi furnira slažu na tanku drvenu ploču postavljeni tako da određeni furnir leži na željenom segmentu motiva i pokriva se drugom tankom drvenom pločom na koju se postavlja crtež. Čavlićima se pričvrste svi složeni slojevi furnira po rubovima i kutovima tako da budu čvrsto spojeni.

Nakon piljenja čavlići se skidaju, slojevi izrezanih furnira prema slici se odvajaju kako bi se odabrali najljepši dijelovi furnira koji se slažu u motiv (Slika 12). Potom se krajevi furnira zagrijavaju u vrućem pijesku (Slika 14) kako bi se postigao efekt sjene (Slika 13).

Kada se svi željeni komadi furnira osjenče u pijesku slijedi lijepljenje na podlogu. Podloga i izrezani komadi furnira premazani su otopinom tutkala koja je prethodno zagrijana te se na podlogu slažu furniri, folija i druga daska, s ciljem da se što bolje stisnu i zaliže furniri. Sve se pričvrsti stegama i ostavi da se osuši.

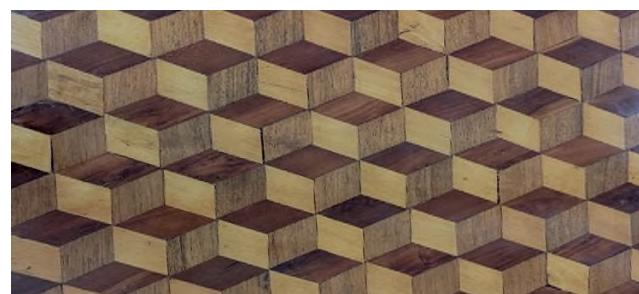
Nakon što se tutkalo osuši, stege i daska se odvajaju i ostaje samo intarzija koja je spremna za završnu obradu površine (Slika 15). Potrebno je prvo površinu zagladiti, za što su potrebni oštrica i brusni papir. Oštricom se odstrani sav višak furnira na spojevima dva spojena furnira, dok se brusnim papirom cijela površina učini jednakom i glatkom.

Kada je površina jednakog, ravna i glatka slijedi nanošenje politure pomoću pamuka i tkanine kako bi izrađena slika intarzija dobila željeni sjaj i površinsku zaštitu. S obzirom da se drvo prilikom promjene temperature i vlage uteže i širi, kao i prilikom nanošenja tutkala i lijepljenja između dvije daske može doći do neispunjeno prostora kod spojeva dva komada furnira. Tada se nanosi kit koji će se uklopiti s bojom i teksturom furnira.

Prikazom izrade jedne vrlo jednostavne intarzije Boulleovom tehnikom otvaraju se mnoge mogućnosti u istraživanju i primjeni izrade drugih tehnika koje su se koristile kroz prethodna povjesna razdoblja.

Izrade intarzije zahtijeva veliko umijeće, vještine i znanje koje se prenosi generacijama kroz povijest. Restauracija stola iz 19. stoljeća, povjesnog razdoblja klasicizma iz privatne zbirke, zahtijevala je upravo spomenute vještine. Intarzija na površini stola izrađena je Boulleovom tehnikom, a prikazuje geometrijsku sliku koja zbog specifičnog slaganja furnira vizualno prikazuje intarziju izgledom kocki u 3D dimenziji (Slika 16).

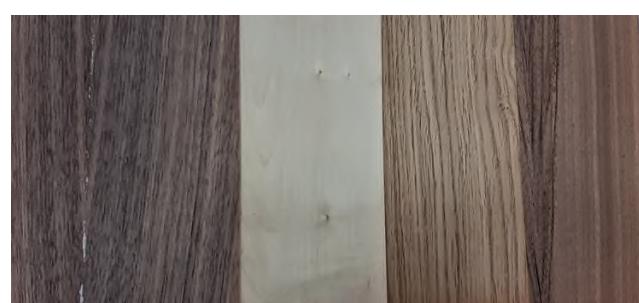
Restauratorski zahvati na klasicističkom stolu pokazali su se neočekivano zahtjevni, što je nemoguće unaprijed pred-



Slika 16. Dio intarzije površine stola za vrijeme restauriranja

Figure 16. Part of the marquetry on the table surface during the restoration

Izvor: M. Bego, Source: M. Bego



Slika 17. Furniri za restauriranje intarzije: američki orah, javor, hrast i euroski orah, Izvor: M. Bego

Figure 17. Veneers used for marquetry restoration: American walnut, maple, oak and European walnut



Slika 18. Intarzirana ploča stola i stranice nakon restauriranja

Izvor: M. Bego

Figure 18. Inlaid table top and side panel after restoration

Source: M. Bego

vidjeti prilikom početka opisa zatečenog stanja predmeta, što ponekad produlji vrijeme trajanja rada na predmetu koji se restaurira.

8. PRIMJENA INTARZIJA NA NAMJEŠTAJU IZ KULTURNO – POVIJESNOG MUZEJA U DUBROVNIKU

8. APPLICATION OF MARQUETRY ON FURNITURE FROM THE CULTURAL AND HISTORICAL MUSEUM IN DUBROVNIK

Nakon kratkog povjesnog pregleda intarzija i jednostavne izrade intarzije, zanimljivo je upoznati se i s namještajem



Slika 19. Gornja ploča komode iz Kulturno-povijesnog muzeja iz Dubrovnika

Figure 19. Top plate of the chest of drawers from the Cultural History Museum in Dubrovnik

na kojemu su izradene intarzije. Bez sumnje vrlo zanimljivi primjeri takvih predmeta od drva su oni visoke dodatne vrijednosti iz muzeja ili privatnih zbirk. U Kulturno-povijesnom muzeju u Dubrovniku je u stalnom postavu namještaj s vrlo bogatim intarzijama, od kojih će komoda i ormari biti opisani i prikazani fotografijama u ovome radu.

Komoda (inv. br. DUM KPM P-364) pripada u povijesno razdoblje kraj 17. stoljeća. Komoda je izrađena u Padovi, odakle je dopremljena u Dubrovnik. Osnovna konstrukcija komode je izrađena od jelovine, a furniri od kojih je ukrašena su od drva rogača, masline, badema, javora, trešnje, kruške, tise, šimšira i komadića bjelokosti. Osim tehnike intarzije korištena je i tehnika graviranja užarenom iglom kojom je postignut efekt sjenčanja rubova furnira. Intarzija na središnjem dijelu ladicu prikazuje ženski lik u poluležećem položaju, odjeven u klasičnu odjeću bogate draperije.



Slika 20. Prednja strana komode s ladicama, Kulturno-povijesni muzej, Dubrovnik

Figure 20. Front side of the chest of drawers from the Cultural History Museum in Dubrovnik



Slika 21. Ormar iz Kulturno-povijesnog muzeja u Dubrovniku

Figure 21. Cabinet from the Cultural History Museum in Dubrovnik

Prepostavlja se da je riječ o prikazu antičke božice Dijane (Artemide), koja se na prikazima pojavljuje s lukom i strijelom kao glavnim atributima.

Motiv se ponavlja na ladicama, gdje su vitice sa florealnim motivima na bočnim stranama te središnje polje s figurativnim prizorom unutar vitičastog okvira čije „S“ volute asociraju na „naslonjač“ na kojem se „odmara“ ženski lik (Slika 20).

Na slici 21. prikazan je ormar (inv. br. DUM KPM P-373), izrađen 1799.g. u Austriji. Materijal od kojeg je ormar izrađen je drvo bora za konstruktivne elemente. Unutarnja ladica je izrađena od orahovine. Pročelje je od korijenskog

oraha s intarzijama od javora i ebanovine. Iz prikazanog je vidljivo da se radi o vrlo vrijednim predmetima Dubrovačkih muzeja.

9. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

9. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Šume su, kao što je općenito poznato, najvrjedniji obnovljivi prirodni resurs i opće dobro od iznimnog interesa za Republiku Hrvatsku. Koliko se god pričalo i pisalo o njima uvijek se ima ponešto za dodati. Tako se i nametnula tema koja ukratko prikazuje povezanost održavanja šuma uz proizvodnju furnira do proizvoda od drva koji su dio kulturne baštine. Važnost navedenih dijelova jednog procesa nastajanja umjetničko vrijednog namještaja primjenjuje se u restauriranju i izradi drvenih predmeta.. Da nema šuma, ne bi bilo trupaca od kojih se izrađuju visokovrijedni furniri, posebno oni s estetskim svojstvima koji proizvodima visoke dodane vrijednosti na kojima se rade intarzije povećavaju estetsku i umjetničku vrijednost.

Proizvodnja furnira u republici Hrvatskoj u 2017. godini iznosila je oko 27.000 m³, što Hrvatsku svrstava u sredinu u odnosu na druge države Europskog kontinenta, uključujući i Rusiju. Izvoz je bio oko 22.000 m³, što Hrvatsku također svrstava u sredinu po količini, no po vrijednosti izvoza (oko 52 milijuna dolara) svrstava je među sedam najvećih izvoznika (FAO,2019). Razlog tomu je isključivo u vrhunskoj kvaliteti i cijeni furnira od hrastovine. Vrste drva u Republici Hrvatskoj od kojih se proizvodi furnir su hrast, jasen, trešnja, orah, javor (javor rebraš) i druge. Iako se ne radi o velikom broju drvnih vrsta, to je velik potencijal zbog različitih mogućnosti rezanja furnira i teksture drva (čisti friz, unikatna svjetla boja, polubočnica i bočnica u boji drva, špigl, friza s diskoloracijom, razlika u boji, kvržice, bez bježljike, bez tehničkih grešaka, natur i drugo). Proizvodnja furnira u Republici Hrvatskoj razvijena je do granice mogućnosti domaćih sirovinskih izvora (Romić, 2017). S obzirom na navedeno, evidentno je da postoje izvrsni uvjeti za proizvodnju unikatnih predmeta s intarzijama, kao i za restauriranje postojećih velikih umjetničkih vrijednosti.

Od sasvim prirodnih resursa dolazimo do umjetničke tehnike intarzije, koja se kao i šume odupire u očuvanju i održavanju svim nedacama novoga doba. Pravilnim gospodarenjem šuma, pravilnim održavanjem kulturne baštine može se sa sigurnošću tvrditi da Republika Hrvatska ima bogatu ostvštinu za buduće generacije, kako u prirodnim resursima tako i u umjetnički izrađenim predmetima od drva. Znajući ponešto o važnosti primjene tehnike intarzija na raznovrsnim proizvodima od drva, posebice onih visoke dodane vrijednosti postavlja se pitanje koja je vrijednost tih predmeta? Vrlo je nezahvalno davati individualne procjene bez prethodnog znanja o mnogim čimbenicima vrijednosti predmeta. No ipak, muzejska procjena vrijednosti pred-

meta služi za funkcioniranje muzejske djelatnosti, a ono ne mora nužno odgovarati tržišnoj vrijednosti predmeta. Za procjenu treba uzeti u obzir kulturno - povjesno podrijetlo i vrijeme nastanka. Vrlo su važne i tehničke značajke, kao i materijal od kojega je predmet izrađen i sama tehnika izrade, kakvoća predmeta, pod čime se misli na očuvanost i cjelovitost predmeta kao umjetničke tvorevine. Potrebno je uzeti u obzir i autentičnost predmeta te njegovu kulturno-vrijednost. Iz svega je vidljivo da postoji niz čimbenika koji utječu i određuju vrijednost svakog predmeta umjetničke vrijednosti kulturne baštine.

Da bi se očuvala kulturna baština u zahtjevnim procesima restauracije proizvoda od drva, u ovome radu s naglaskom na intarzije, važno je znati da je drvo materijal koji se koristi kroz povijest te mu se pravilnim održavanjem i uporabom produljuje životni vijek. Zaštitom predmeta od drva djeluje se pozitivno na okoliš i omogućuje da ugljik zarobljen u drvu tamo ostane toliko dugo koliko je proizvod u funkciji. Restauriranjem nije iskorišteno novo drvo već je staro obnovljeno. Moglo bi se zaključiti da fina umjetnost izrade intarzija započinje u šumi.

5. LITERATURA:

5. REFERENCES:

- Bajalo, I.(1953): Tehnologija drveta I, Svjetlost, Sarajevo, 150-162
- Bajalo, I.(1958): Tehnologija drveta II, Svjetlost, Sarajevo, 39-43
- Braudel, F.(1997): Sredozemlje i sredozemni svijet u doba Filipa II., 1. svezak, Zagreb, KNJIGA
- FAO: FOREST PRODUCTS Statistics. Yearbook, Rim 2019
- Gluhalić A. (2015): Moderni proizvodni procesi u proizvodnji i preradi furnira, 10th International Scientific Conference on Production Engineering, Bihać RAD
- Grael i Vila, J., Monton Lecumberri, J.(2006): Materials, u: The ultimate guide to wood working, Lisse, The Netherlands, Rebo Publishers, 40-51
- Hloch, S.; Valiček, J.; Stoić, A.; Kozak, D.; Samardžić, I.; Novak-Marcinčin, J.; Modrak, V. (2011): Rezanje mlazom vode, Sveučilišni udžbenik, Slavonski Brod
- Ištvanić, J.; Đukić, I.; Samoščanec, M.; Šahman, M. (2001): Povijest, stanje i pravci razvitka pilanske obradbe drva u Republici Hrvatskoj. Seminarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet
- Jordano, A.(2011): The Plus Oultra Writing Cabinet of Charles V: Expression of the Sacred Imperialism of the Austrias, 2011, Journal of Conservation and Museum Studies, 14-26
- Jovanović,D.(1948):Tehnologija tehničkog drveta,Industrijska knjiga, Beograd, 168-171
- Knežević,M.(1966):Furniri i šperovano drvo, Univerzitet u Beogradu, Beograd, drugo prošireno izdanje, Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, 51
- Kolar-Dimitrijević,M.(2008):Kratak osvrt na povijest šuma Hrvatske i Slavonije, Ekonomski i ekohistorija,Zagreb
- Krpan, J., (1970.) Tehnologija furnira i ploča. Zagreb: Drugo izdanje.
- Krpan, J.(1951): Furniri i šperovano drvo, Zagreb., 5

- Krpan, P.B.A. (2013): Iz povijesti šumarstva, Akademija šumarskih znanosti,
- Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb 13 – 29
- Mešić, N. 1998: Furniri, furnirske i stolarske ploče. Grafika Šaran. Zagreb: 7.
- Nikolić,S.N.(1988): Furniri i slojevite ploče, Beograd, Građevinska knjiga, 48
- Paolini, C.; (2017): L'Arte dell'Intarsiare e del Commettere, Libreria Editrice Fiorentina, Firenze, Italy, 56.
- Prpić, B., Antoljak, R., Piškorić,O.(1976): Povijest šumarstva Hrvatske, Savez inženjera i tehničara Šumarstva i drvne industrije Hrvatske, Samobor, 303 – 341
- Ramond, P. (1989): Marquetry, France, 1989., 13-19
- Romić, R. (2017): Analiza proizvodnje furnira u republici Hrvatskoj i usporedba sa zemljama članica EU, diplomska rad, Šumarski fakultet, Zagreb
- Skliar, A. Najveće kulture svijeta- Egipat, Extrade d.o.o., Rijeka, 2005.
- Vinšćak, T. (2002): Vjerovanja o drveću u Hrvata u kontekstu slavističkih istraživanja Zagreb, 12, 25, 26, 32.
- Visković, N.(2001): Stablo i čovjek: prilog kulturnoj botanici, Antibarbarus,Zagreb
- Vrbek, B.(2011): Međunarodna godina šuma u svjetlu 50-godišnje uske suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke,Šumarski list,Vol 135,No 13
- Osnove nauke o drvu i izrada proizvoda iz masivnog i usitnjeneog drva, Zagreb, 1985. Katedra za tehnologiju drva, Šumarski fakultet u Zagrebu
- OSTALI IZVORI:
- URL 1 <http://euroshpon.com.ua/en/publikatsiyi/istoriya-shponu.html>
- URL2 <https://geek.hr/znanost/clanak/sume-u-hrvatskoj/>
- URL 3 <https://www.sumari.hr/biblio/pdf/11089.pdf>
- URL 4 <http://www.yannickchastang.com/tools/Marquetry+donkey/>
- URL 5 https://en.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_Charles_Boulle
- URL 6: <https://www.prirodninterijer.com/intarzija-furnir-umetci>

SUMMARY

The aim of this paper is to show the importance of forest protection as one of the factors of the preservation of Croatian cultural heritage. Forests are a natural resource and a source of material used in the restoration of wooden objects of artistic value and in this case it is about a specific restoration skill - the art of marquetry. Veneers as wood products obtained by technological processes play a very important role in terms of forest protection and marquetry. Wood is a material that has been used throughout history, and its proper maintenance and use prolong its lifespan. It must be emphasized that this material has distinct physical, mechanical, chemical and aesthetic properties. This paper focuses on its aesthetic properties: lustre, fineness, colour and texture. Marquetry is an art technique developed in the 13th century which has its roots in ancient Egypt and Rome. It is the art of inserting materials to decorate surfaces and objects. Veneers are the most important element of marquetry. Several methods of marquetry developed through history, of which the following stand out: Tarsia certosina, Tarsia geometrica, Tarsia a toppo, Tarsia a Incastro called Boulle's technique. This paper presents the simplest hand-made marquetry with a given motif. An overview of simple marquetry covers the entire process starting with the selection of veneer to the making of marquetry by the Boulle technique. The development of marquetry technique through history was accompanied by the development of tools for veneer processing and marquetry. Rich inlays created by Boulle's technique on authentic chests of drawers and closets of great cultural value found in the holdings of Dubrovnik museums prove that the rich cultural heritage is much more than just a one-sided approach to observing all segments mentioned in this paper which are different and yet related interdisciplinary. Therefore, it could be said that fine art rests in the forest.

KEY WORDS: wood, veneers, marquetry, marquetry techniques

PNEUMATICI KOTAČA ŠUMSKIH VOZILA

TYRES OF FORESTRY VEHICLES

Tomislav PORŠINSKY¹, Josip MATAS², Dubravko HORVAT³, Andreja ĐUKA^{4*}

SAŽETAK

Gume kotača predstavljaju jedini dodir šumskih vozila s podlogom preko kojih se prenose sile, odnosno opterećenja na šumsko tlo, što postavlja zahtjeve pred šumarske stručnjake s ciljem odabira guma pri opremanju vozila na osnovi njihovih dimensijskih i konstrukcijskih značajki. Osnovne značajke pneumatika obrađene su kroz njihovu konstrukciju, dimenzije i obilježavanje, indeks nosivosti, oznaku brzinske kategorije, tlak punjenja zrakom te dezen gazne površine. Zbog česte povećane vlažnosti šumskih tala te njihove ograničene nosivosti posebna je pažnja posvećena i dodatnom opremanju pneumatika šumskih vozila lancima, odnosno polugusjenicama u cilju smanjenja oštećenja šumskoga tla ili samih pneumatika.

KLJUČNE RIJEČI: pneumatik, lanac, polugusjenica

1. UVOD INTRODUCTION

Kotač je mehanička naprava čijim se okretanjem omogućuje kretanje vozila, a sastoji se od pneumatika koji se postavlja na naplatak. Pneumatik predstavlja zrakom ili dušikom napuhani elastični dio kotača vozila kojega često nazivamo gumom.

Geometrijski gledano pneumatik je torus, odnosno obruč s okruglim prerezom. Mehanički je pneumatik određen kao fleksibilna membranska tlačna posuda, a strukturno je kompozit materijala vrhunskih značajki koji su po kemijskom sastavu duge lančane makromolekule (Intihar 2010).

Wong (2001), kao osnovne zadatke koje pneumatici moraju ispuniti, navodi: 1) podržavanje težine vozila, 2) prijenos obodne i kočione sile kotača na podlogu, 3) upravljanje i promjena željenoga smjera kretanja vozila te 4) amortiziranje vozila pri prelasku preko neravnosti podloge. Drugim rječima, pneumatik treba vozilu osigurati dobro prijanjanje i prijenos uzdužnih i bočnih sila na površinu

podloge, uz što manji otpor kotrljanja, dobro prigušivanje vibracija i što manju buku te što veću trajnost.

Nastanku pneumatika prethodilo je otkriće procesa proizvodnje gume 1839. godine, koji je Charles Goodyear nazvao vulkanizacija (Španiček 2011). Prve pneumatike, neovisno jedan o drugome, izradili su i patentirali Robert William Thomson 1845. te John Boyd Dunlop 1888. godine (Španiček 2012).

Cilj je ovoga rada pomoći šumarskim stručnjacima pri izboru pneumatika za šumska vozila, kao i opremanju pneumatika lancima i polugusjenicama.

2. PNEUMATICI (GUME) TYRES

Značajke pneumatika bitne za šumarske stručnjake s ciljem odabira guma pri opremanju šumskih vozila, obrađene su kroz sljedeća potpoglavlja: Konstrukcija, Dimenzije i obilježavanje, Indeks nosivosti i oznaka brzinske kategorije, Tlak punjenja zrakom te Dezen gazne površine.

¹ Prof. dr. sc. Tomislav Porsinsky, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, HR – 10 000 Zagreb, e-pošta: tomislav.porsinsky@sumfak.unizg.hr

² Josip Matas, mag. ing. silv., Hrvatske šume d.o.o. – Šumarija Osijek, Ulica Jablanova 13, HR – 31 000 Osijek, e-pošta: matas89otok@gmail.com

³ Prof. dr. sc. Dubravko Horvat, Vladimira Filakovca 5, HR – 10 000 Zagreb, e-pošta: dhorvat951@gmail.com

⁴*Korespondencija: Doc. dr. sc. Andreja Duka, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, HR – 10 000 Zagreb, e-pošta: andreja.duka@sumfak.unizg.hr

2.1 Konstrukcija – Construction

Pneumatik vozila, sastoji se od dva osnovna dijela: 1) vanjskog sloja s profiliranom gaznom površinom, ramenom, bokom i stopom gume te 2) karkase i (među)pojasa, koji nose opterećenje kada je guma napuhana (Štrumberger 2005).

Gazna površina (protektor) je vanjski dio pneumatika koji je u izravnome dodiru s podlogom te koji ostvaruje trakciju vozila. Zadatci koje mora ispuniti gazna površina gume su: 1) zaštita karkase od mehaničkih oštećenja, 2) osiguranje prijanjanja pneumatika pri kretanju, kočenju i skretanju vozila te 3) zaštita pneumatika od pretjeranoga trošenja (habanja). Oblik dezena gazne površine i tvrdoča protektora, presudna su dva svojstva pneumatika za ispunjenje navedenih zadataka. Dezen se gazne površine pneumatika sastoji od rebara, blokova, uzdužnih i poprečnih žljebova te lamelastih zareza. Svaki od elemenata dezena ima određenu ulogu u ostvarivanju zadovoljavajućeg prijanjanja pneumatika na podlogu. Uzdužna rebra osiguravaju dobru bočnu stabilnost i sprječavaju bočno klizanje vozila. Kod cestovnih vozila, rebra su razdvojena uzdužnim žljebovima (3 – 5 mm širine, < 20 mm dubine). Ovi žljebovi služe za odvođenje vode kod dodira gume i kolnika te osiguravaju bolje prijanjanje gume na mokrim kolnicima. Poprečni žljebovi povećavaju elastičnost protektora i omogućuju bolje prijanjanje pri kretanju i kočenju vozila na suhim ili mokrim kolnicima. Na većini dezena postoje i sitni zarezi, čija je

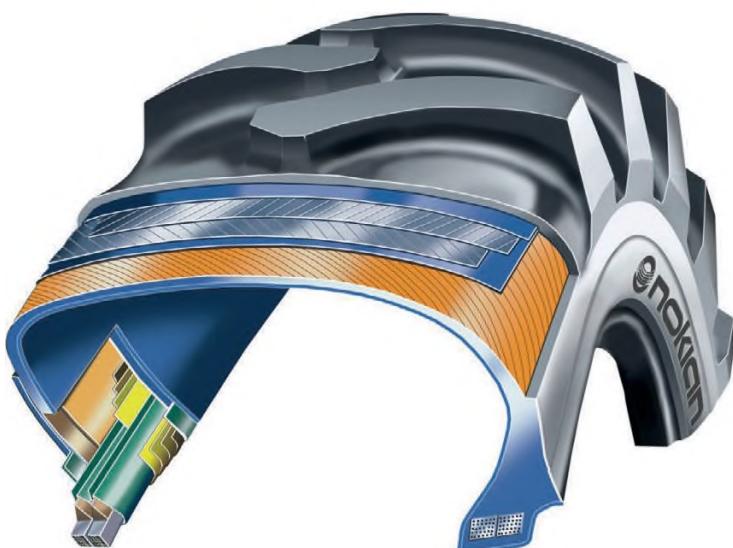
uloga da povećavaju elastičnost rebara i blokova. Sitniji dezeni s pličim žljebovima osigurava veću učinkovitost pri kočenju na tvrdim i suhim kolnicima.

Krupniji dezeni te širi i dublji žljebovi namijenjeni su za kretanje vozila po cestama s lošom kolničkom konstrukcijom i u zimskim uvjetima.

U žljebovima gazne površine, na nekoliko mjesta po opsegu pneumatika, smješteni su indikatori istrošenosti gume. Zadatak je indikatora pomoći pri donošenju odluke o zamjeni pneumatika na vozilu uslijed njihove istrošenosti, a koji nastupa kada jedan od indikatora dođe u istu ravninu s visinom rebra ili bloka gazne površine.

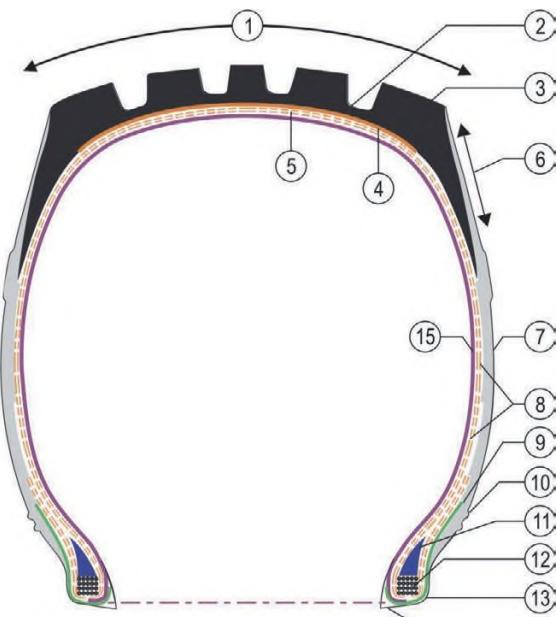
Rame pneumatika predstavlja blago zaobljen rub između gazne površine i boka pneumatika. Oblik ramena gume predstavlja važan element kontrole cestovnih vozila pri vožnji u zavojima, dok kod radnih strojeva utječe na mogućnost opremanja pneumatika dodatnom trakcijskom opremom.

Bok pneumatika je vanjski tanji gumeni sloj koji se proteže od ramena do stope pneumatika. Osnovna mu je zadaća osigurati čvrstoću na savijanje i uvijanje, odnosno zaštita kordne konstrukcije gume (karkase) od trošenja, mehaničkih oštećenja i prodiranja vlage. Na vanjskoj su strani boka gume utisnute reljefne označke proizvođača pneumatika. Područje boka gume koje obuhvaća dio između točke najveće širine presjeka gume i područja koje pokriva rub naplatka naziva se donji dio boka pneumatika.



Kazalo – Labels:

- 1) Gazna površina – Tread
- 2) Žlijeb gazne površine – Tread lug
- 3) Rebro gazne površine – Tread rib
- 4) (Među)pojas pneumatika – Breaker
- 5) Karkasa pneumatika – Carcass gauge
- 6) Rame pneumatika – Shoulder
- 7) Bok pneumatika – Side wall
- 8) Platna slojeva korda – Turn up plies
- 9) Ojačanje stope pneumatika – Chafer
- 10) Dosjedna linija naplatka – Rim centering line



- 11) Ispuna stope pneumatika – Filler
- 12) Čelični prstenovi – Bead wire
- 13) Peta stope pneumatika – Bead heel
- 14) Palac stope pneumatika – Bead toe
- 15) Unutrašnji nepropusni sloj – Inner liner

Izvor – Source: ETRTO (2003)

Slika 1. Dijelovi pneumatika

Fig. 1 Parts of tyres

Stopa je dio pneumatika čiji oblik i konstrukcija omogućuju da se guma prilagodi naplatku i da se na njemu zadrži. Čelični prstenovi (obruči), koji su obloženi tvrdom gumom, u središtu stope osiguravaju radijalnu povezanost pneumatika s naplakom kotača, omogućuju pravilno sjedanje gume na naplatak i brtvljenje, ali i ukrućenje karkase. Prstenovi mogu biti izrađeni od jedne (debele) ili većeg broja tankih upletenih čeličnih žica, zaštićenih broncom i presvučenih gumom, koje mogu imati kvadratni, kružni, eliptični ili šesterokutni poprečni presjek. Broj žica u čeličnom prstenu, kao i broj prstenova, ovisi prvenstveno o dimenzijama, konstrukciji te samoj namjeni pneumatika (automobili, kamioni, traktori, radni strojevi, ...). Svaki je čelični prsten obavljen gumiranim trakama koje služe za povezivanje s karkasom u bokovima te olakšanu raspodjelu opterećenja u cijelosti pneumatika. Rubovi stope su s vanjske strane obavijeni s više redova debljeg gumiranog platna i predstavljaju ojačanje stope pneumatika koja spriječava koroziju i oštećenja uzrokovana rubom naplatka. Gumene ispune (umetci) stope i dolnjeg dijela boka osiguravaju nagli prijelaz iz krutog područja stope u elastični bok pneumatika. Peta stope predstavlja njen vanjski rub, a palac stope njen unutrašnji rub.

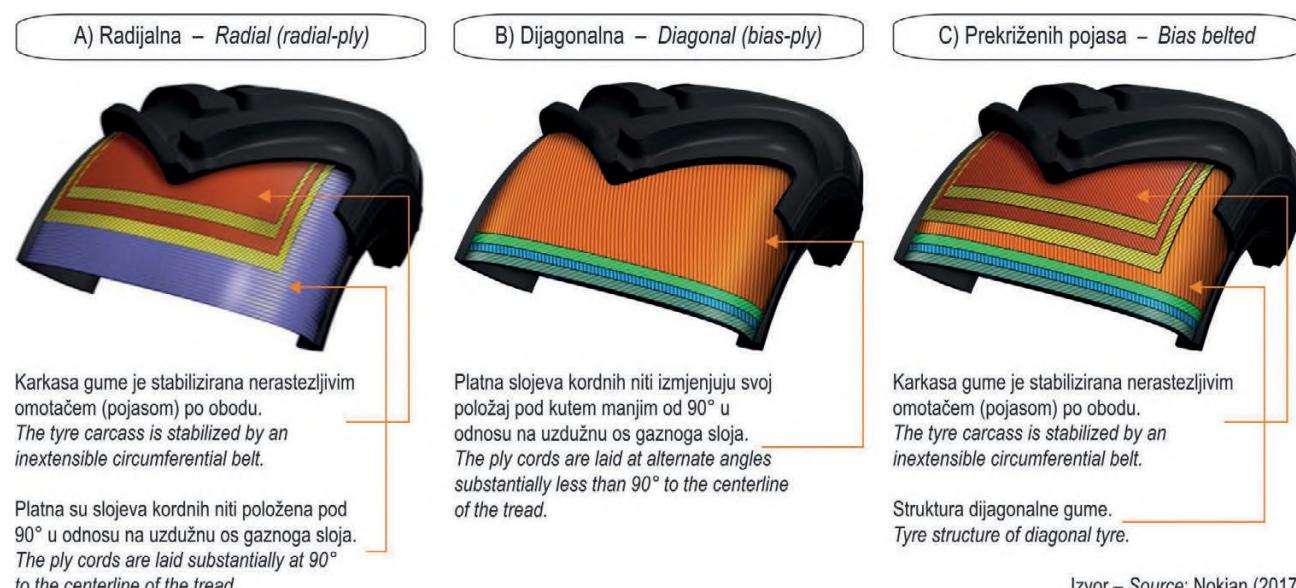
Unutrašnju građu pneumatika čine karkasa i (među)pojas (Štrumberger i Džanić 1991).

Karkasa (kostur) je dio pneumatika ispod gazne površine i boka gume, a sastavljena je od više slojeva platna usporednih niti korda koja su učvršćena na čelične prstenove stope pneumatika. Kord predstavljaju gumirane niti od kojih su sastavljeni slojevi platna karkase. Niti korda mogu biti tekstilne, viskozne, poliamidne ili čelične, a procesom vulkanizacije vlakna korda su gumirana i međusobno slijepljena.

Vlakna korda među slojevima unakrsno su povezana, ali se međusobno ne dodiruju jer bi se trenjem među njima izazvalo zagrijavanje karkase. Karkasa je nosivi, gipki i elastični dio napuhanoga pneumatika, koja preuzima sva opterećenja na istezanje i savijanje, do kojih u pneumatiku dolazi zbog tlaka punjenja zrakom, odnosno prenosi sve sile koje se javljaju pri kretanju, kočenju i upravljanju s kotača, na gaznu površinu pneumatika.

(Među)pojas je gumeno-tekstilni ili češće gumeno-čelični omotač sastavljen od jednog ili više slojeva gradiva, koji se nalazi između gazne površine i karkase te predstavlja njihovu elastičnu vezu. Osim povezivanja gazne površine i karkase, zadatak je pojasa primanje i ublažavanje udaraca kojima je pneumatik izložen pri kretanju vozila po nepravilnostima podloge, odnosno njihovo prenošenje na karkasu gume i samo vozilo. Postavljanjem pojasa po opsegu karkase: 1) uteže se i stabilizira pneumatik prilikom kretanja, 2) osigurava se krutost i povećava čvrstoća pneumatika te 3) štiti se karkasa od mehaničkih oštećenja. Pojasevi su tipični za radijalnu konstrukciju pneumatika, a za dodatnu trajnost i veću otpornost pneumatika na bušenje, neki proizvođači ugrađuju u pojaseve vlakna od kevlara.

U prošlosti su tlak zraka u pneumatiku održavale zračnice (eng. *Tube Type*) – kružne, zatvorene gumene »cijevi« u kojima je bio ugrađen povratni ventil zraka. U današnje vrijeme prevladavaju pneumatici bez unutrašnje gume (eng. *Tubeless*), koji su s unutrašnje strane obloženi tankim slojem vrlo elastične nepropusne gume, a koji se proteže od stope do stope pneumatika. Prednosti gume bez zračnice su jednostavnija montaža i mala vjerovatnost naglog pada tlaka zraka pri oštećenju pneumatika, ali i jednostavniji popravak probušene gume.



Slika 2. Vrste konstrukcija pneumatika
Fig. 2 Types of tyres construction

Izvor – Source: Nokian (2017)

S obzirom na kut polaganja kordnih niti u odnosu na uzdužnu os gazne površine, razlikuju se sljedeće tri konstrukcije ili strukture pneumatika: 1) radijalna, 2) dijagonalna te 3) prekriženih pojasa (slika 2).

Radijalna konstrukcija pneumatika je ona kod koje kordne niti dopiru do stope gume i poredane su tako da oblikuju kutove od oko 90° u odnosu na središnju crtu gaznog sloja i kojem je karkasa stabilizirana kružnim, gotovo nerastezljivim pojasmom (Hnatko 1977). Radijalni pneumatici (slika 2A) imaju za razliku od dijagonalnih, nejednak broj niti korda u gaznoj površini i u bokovima, tako da opterećenje nosi manji broj kordnih niti, što ovom tipu pneumatika daje dobru elastičnost. Kod radijalnih guma iznad karkase i neposredno ispod gazne površine nalazi se (među)pojas od korda ili čelika s dijagonanalno upredenim nitima, zbog čega su i dobile i naziv »pojasaste«. (Među)pojas čini više slojeva viskoznog i čeličnog korda, koji su glavni razlog prednosti radijalnih pneumatika. Kordovi su u pojasu smješteni pod malim kutem od 15 do 20° . Pojas se gotovo ne rasteže i stabilizira gaznu površinu tako da dezen (orebrene) pri kretanju vozila ne mijenja oblik, ali dolazi do savijanja bokova gume. Ovakvom je konstrukcijom pneumatika ostvareno neovisno djelovanje mekih bokova i vrlo tvrdog gaznoga sloja, što omogućava bolje (ravnomjernije) nalijeganje pneumatika na podlogu po kojoj se kreće vozilo te manji otpor kotrljanja i veću uštedu goriva. S gledišta dinamičkih svojstava, posebno je značajno što su radijalni pneumatici znatno otporniji na djelovanje udara pri nailasku kotača na neravnine podlage jer su značajke deformacija takve gume znatno povoljnije, naročito pri većim brzinama kretanja cestovnih vozila. Radijalni pneumatik ima približno kvadratno – pravokutni oblik dodirne površine s ravnomjernim rasporedom dodirnoga tlaka te stabilnu gaznu površinu uz minimalne deformacije pri kretanju. Ovo je posebno važno na mokrim i skliskim kolnicima kada žljebovi gazne površine moraju biti otvoreni kako bi mogli primiti i izbaciti vodu zbog što boljeg dodira pneumatika s kolnikom prometnice. Na mokrim cestama je put kočenja s radijalnim pneumatikom kraći u odnosu na druge vrste konstrukcija guma. Prilikom kretanja vozila u horizontalnim krivinama (zavojima) dodirna površina radijalnoga pneumatika zadržava približno isti oblik, također kao rezultat nezavisnog djelovanja gazne površine i bokova te daje stabilnost gaznoj površini radijalnog pneumatika na podlozi i omogućava da pneumatik zadrži svoju putanje. Elastični bokovi radijalnih pneumatika predstavljaju i nedostatak, uslijed mogućnosti njihovoga iznenadnog oštećenja (bušenja) pri djelovanju oštrog kamenja na slabije bokove ovih guma, što je naročito izraženo kod udvojenih kotača radnih strojeva, kad kameni materijal dospije među njih. Radijalni je pneumatik s čeličnim žičanim jezgrom koncipiran 1946. godine (Michelin) i doveo je do revolucije u proizvodnji pneumatika, što je za posljedicu imalo postu-

pno potiskivanje iz upotrebe pneumatika s dijagonalnom konstrukcijom na cestovnim vozilima. Radijalni raspored niti karkase daje pneumatiku bolja svojstva u odnosu na dijagonalni, koja se očituju kroz: odlično prijanjanje, bolji prijenos vučne sile, manji otpor kotrljanja (istovremeno smanjujući i potrošnju goriva), veću stabilnost, bolju otpornost na bušenje, veću trajnost uz ravnomjernije trošenje i veću udobnost pri vožnji.

Kod dijagonalne konstrukcije pneumatika, kordne niti dopiru do stope gume i poredane su tako da čine izmjenične kutove manje od 90° u odnosu na središnju os gaznog sloja (Hnatko 1977). Drugim riječima, kordne niti kod dijagonalnih pneumatika (slika 2B) postavljene su dijagonalno, tj. ovijaju se oko torusa pod kutem od $\sim 40^\circ$. Sljedeće niti korda postavljaju se okomito na prvi sloj (kord), treće okomito na drugi sloj, itd. Između pojedinih slojeva (kordova) postoji sloj gume tako da se kordovi međusobno ne dodiruju. Svi kordovi zajedno čine kostur (karkasu) pneumatika. Broj je niti karkase najčešće između 4 i 16. Dijagonalne niti mogu se postavljati i pod kutem od $\sim 30^\circ$ i predstavljaju dijagonalno utegnute ili »S gume«. Karkasa dijagonalnih pneumatika ima jednaku krutost na gaznoj površini i na bokovima te je dosta kruta što pneumatiku daje manju elastičnost pod opterećenim kotača, a veću mogućnost da se zbog bočnih sila gubi kontakt na jednome dijelu gazne površine pneumatika. Dijagonalni pneumatik ima približno kružno – eliptični oblik dodirne površine s neravnomjernom raspodjelom dodirnoga tlaka, nestabilnu gaznu površinu uz značajne deformacije pri kretanju, što s gledišta prijanjanja dovodi do gubitka sila (uzdužnih – vučnih i poprečnih – kočionih) i do 60 % većih nego u slučaju korištenja radijalnih guma. Dijagonalni pneumatik, ima manji kontakt s podlogom zbog deformacija boka, ali i gazne površine gume pod djelovanjem bočnoga opterećenja. Navedeno, posebno dolazi do izražaja pri kretanju u zavojima ili mokrim kolnicima, zbog čega su dijagonalni pneumatici kod današnjih cestovnih vozila sve manje u uporabi.

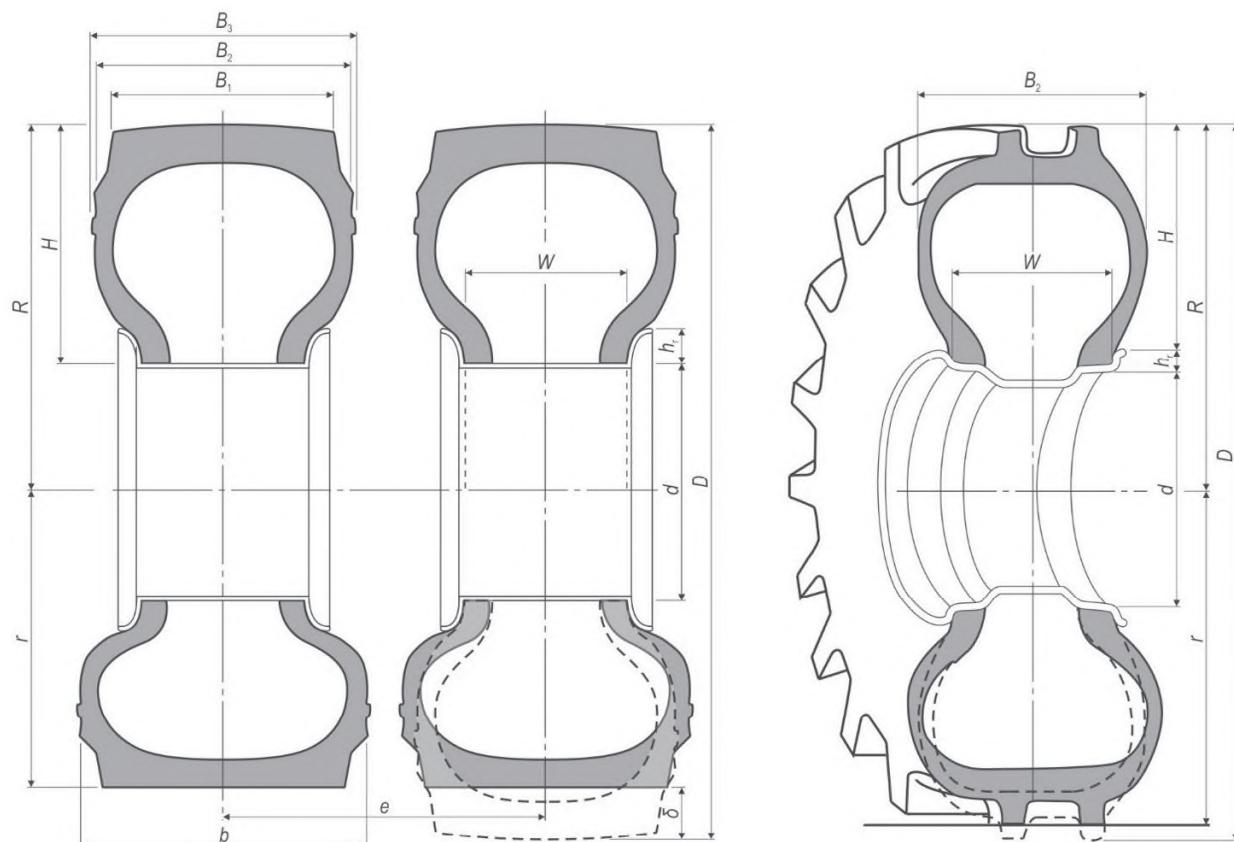
Pneumatici s prekriženim pojasmima su dijagonalne konstrukcije, kod kojeg je karkasa ograničena pojasmom sastavljenim od dvaju ili više slojeva gotovo nerastezljivih kordnih niti koje čine izmjenične kutove manje od onih što ih čine kordne niti karkase (slika 2C). Ova vrsta konstrukcije pneumatika objedinjava značajke dijagonalne, ali radijalne konstrukcije (Danon i dr. 2014).

2.2 Dimenzije i obilježavanje – Dimensions and Markings

Osnovne standardizirane dimenzije na poprečnom presjeku (ne)opterećenoga pneumatika prikazane su na slici 3, te imaju sljedeće značenje:

⇒ vanjski promjer pneumatika je najveći promjer nove neopterećene i napuhane gume montirane na naplatak,

- ⇒ širina gazne površine pneumatika je linearna udaljenost između vanjskih površina dezena pneumatika,
- ⇒ širina presjeka pneumatika je linearna udaljenost između vanjskih površina stranica napuhane gume, ne računajući reljef koji čine natpisi, ukrasi, zaštitne vrpce ili izbočine (rebra),
- ⇒ ukupna širina pneumatika je linearna udaljenost između vanjskih površina strana napuhane gume, uključujući natpise, ukrase i zaštitne vrpce ili izbočine,
- ⇒ širina presjeka opterećenoga pneumatika je linearna udaljenost između vanjskih površina stranica nazivno napuhane i opterećene gume,
- ⇒ visina presjeka pneumatika je razmak jednako polovici razlike između vanjskoga promjera gume i nazivnoga promjera naplatka,
- ⇒ nazivni omjer (odnos) oblika je stostruka vrijednost broja dobivena dijeljenjem broja koji izražava visinu presjeka gume s brojem koji izražava nazivnu širinu gume,
- ⇒ nazivni promjer naplatka je promjer naplatka na koji se postavlja guma,
- ⇒ širina naplatka je širina naplatka na koji se postavlja guma,
- ⇒ visina dosjeda naplatka je visina koju ispunjava stopa pneumatika,



Oznake – Labels:

B₁ Širina gazne površine gume – Tread widthB₂ Širina presjeka gume – Section widthB₃ Ukupna širina gume – Overall width

b Širina opterećenog presjeka gume – Loaded section width

D Vanjski promjer gume – Outer diameter

R Polumjer neopterećene gume – Unloaded radius

r Polumjer opterećene gume – Static loaded radius

δ Progib opterećene gume – Deflection under load

H Visina presjeka gume – Section height

d Nazivni promjer naplatka – Nominal rim diameter

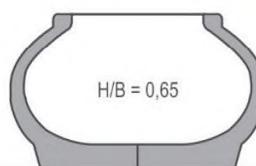
W Širina naplatka – Rim width

h Visina dosjeda naplatka – Rim-flange height

e Najmanji razmak udvojenih guma – Dual tyre spacing



Nazivni omjeri oblika – Aspect ratio



Slika 3. Dimenzije guma

Fig. 3 Dimensions of tyres

- ⇒ statički polumjer neopterećenog pneumatika je razmak između podloge i osi nepokretnog neopterećenog pneumatika koji je montiran na naplatak i napuhan na nazivni tlak zraka,
- ⇒ statički polumjer opterećenog pneumatika je razmak između podloge i osi nepokretnog nazivno opterećenog pneumatika koji je montiran na naplatak i napuhan na nazivni tlak zraka,
- ⇒ progib opterećenoga pneumatika je razlika polumjera opterećenog pneumatika i polumjera neopterećenoga pneumatika.

Osim navedenih, postoje i druge dimenzije pneumatika koje mogu biti važne korisnicima vozila, kao što su:

- ⇒ Dinamički radius pneumatika, koji predstavlja udaljenost od osi opterećenoga kotača u kretanju do površine podloge. Dinamički radius pneumatika je uvek veći od statičkog, a na njegove vrijednosti utječe sile vuće odnosno kočenja.
- ⇒ Radijus kotrljanja pneumatika je računski pokazatelj koji se izračunava na način da se prijeđena udaljenost za jedan okret kotača podijeli s 2π . Ovaj je pokazatelj pneumatika utjecan klizanjem kotača.

Horvat (1993) smatra da gume na šumarskim vozilima postaju sve šire (odnos promjera i širine gume < 2), što potvrđuju današnje konstrukcije »šumske« pneumatika kroz trend povećanja širine i smanjenja visine presjeka.

Pneumatici za motorna i priključna vozila te radne strojeve obilježeni su prema odgovarajućim propisima, kao što su: 1) ECE (Economic Commission for Europe), 2) ETRTO

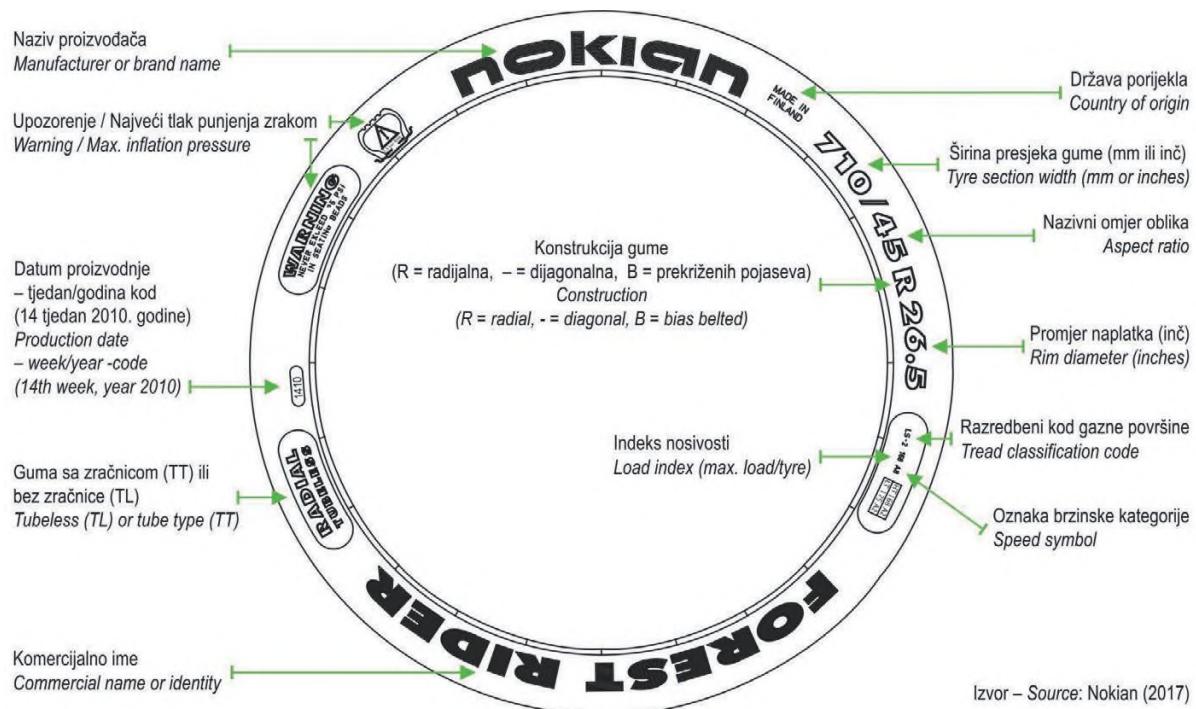
(The European Tyre and Rim Technical Organisation), 3) DOT (Department of Transport of USA), ... Cilj je ovih propisa da krajnjim korisnicima vozila osiguraju jasne informacije o pneumaticima koje nabavljaju, odnosno da budu pomoć prilikom njihovoga odabira.

Na boku se pneumatika u skladu s navedenim standardima nalaze sljedeći podatci (slika 4): naziv proizvođača (ili njegov zaštitni znak), komercijalni naziv pneumatika, država porijekla, oznaka dimenzija pneumatika, oznaka strukture (konstrukcije) pneumatika, način izvedbe pneumatika (s ili bez zračnice), najveći dopušteni tlak punjenja zrakom, indeks nosivosti pneumatika, oznaka brzinske kategorije pneumatika, datum proizvodnje, razredbeni kod gazne površine i dr.

Unatoč standardiziranom načinu obilježavanja pneumatika, mnogi njihovi proizvođači ih obilježavaju na različite načine, kao na primjer:

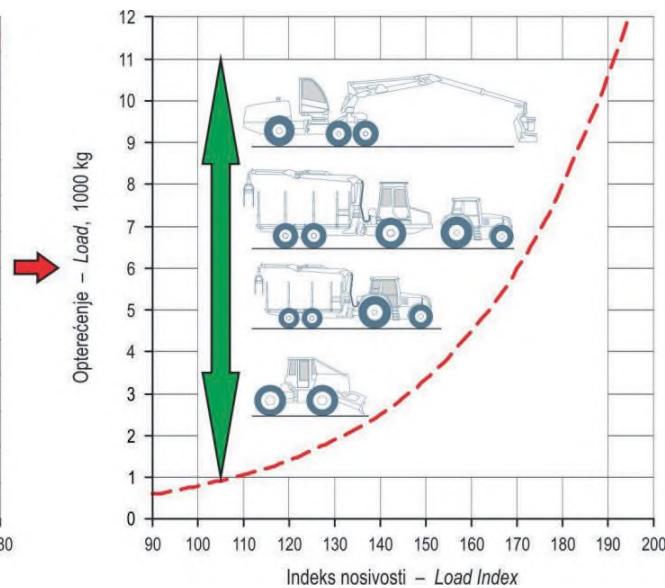
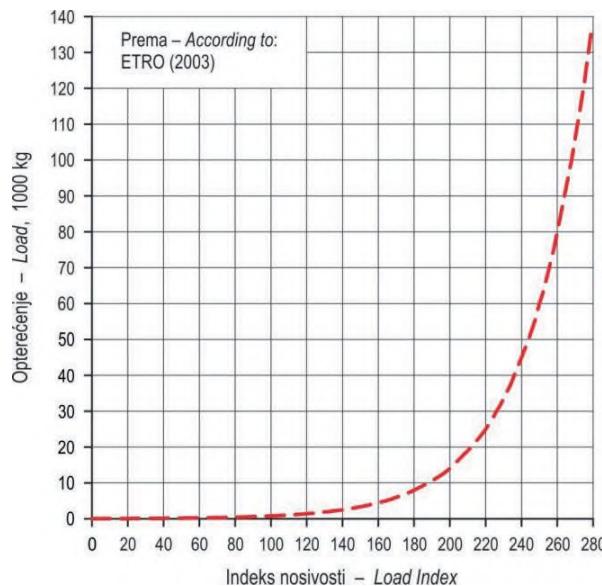
- ⇒ 12.4-24, dijagonalni pneumatik, širine presjeka 12,4 inča za naplatak promjera 24 inča,
- ⇒ 22/65-25, dijagonalni pneumatik, širine presjeka 22 inča, nazivni odnos oblika 65 % širine presjeka za naplatak promjera 25 inča,
- ⇒ 67x34.00-26, dijagonalni pneumatik, vanjskog promjera 67 inča te širine presjeka 34 inča za naplatak promjera 26 inča.

S obzirom da su šumska vozila od strane njihovih proizvođača već definirana svojim dimenzijskim i konstrukcijskim značajkama, njihova se kretnost (djelotvornost) može povećati isključivo odabirom vrste pneumatika (u skladu s



Izvor – Source: Nokian (2017)

Slika 4. Obilježavanje pneumatika
Fig. 4 Marking of tyres



Slika 5. Dijagram indeksa nosivosti

Fig. 5 Diagram of Load Index

naputcima proizvođača) s obzirom na namjenu koju obavljaju, odnosno terenske prilike u kojima se koriste. Izbor užih guma većega promjera povoljno djeluje na kretnost šumskih vozila po nedeformabilnim (suhim) podlogama uslijed manjeg otpora kotrljanja i veće brzine kretanja (Križnar 1978), ali istovremeno nepovoljno utječe na porast visine težišta vozila uz narušavanje njegove bočne stabilnosti pri radu na nagnutim terenima te veće sabijanje tla ograničene nosivosti. Na tlima ograničene nosivosti, u cilju dosezanja okolišne pogodnosti, svakako prednost imaju šire elastične gume sa nižim tlakovima punjenja zrakom te samim time većim progibom gume i većom dodirnom površinom, uz manje dodirne tlakove i otpore kotrljanja (Cudzik i dr. 2018). Međutim, tlak punjenja guma zrakom ne može se po volji smanjivati zbog uklapanja i držanja gume na naplatku kotača, ali i pojave klizanja stope pneumatika po dosjedu naplatka.

2.3 Indeks nosivosti i oznaka brzinske kategorije – Load Index and Speed Symbol

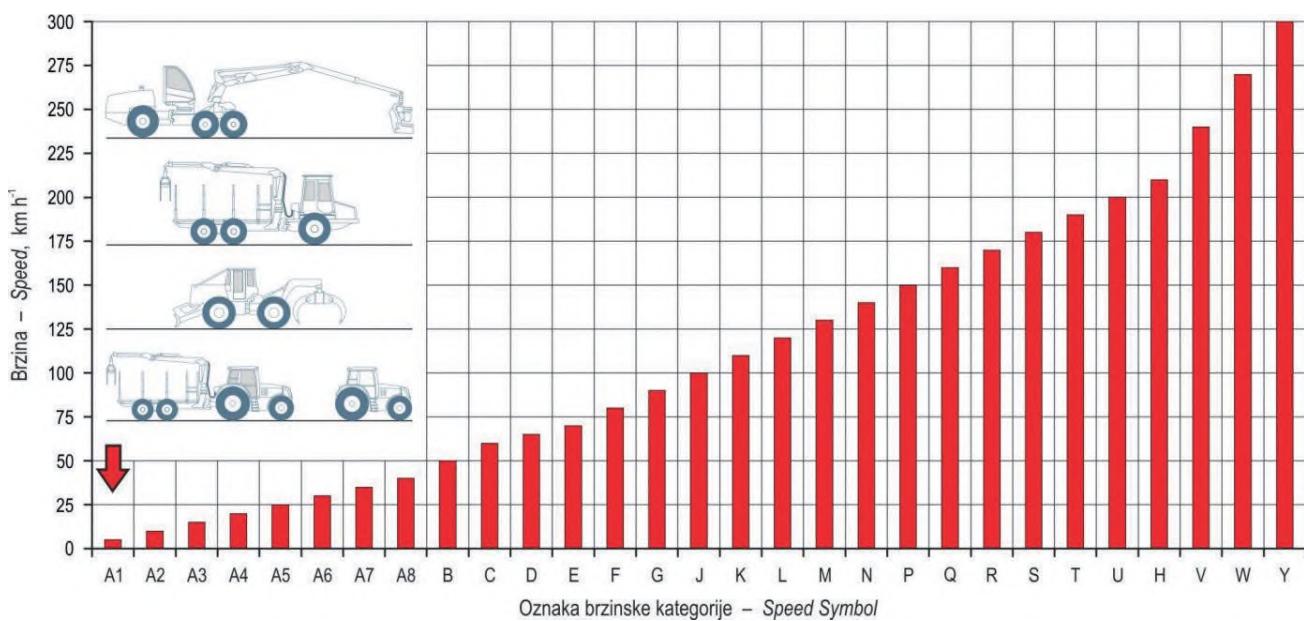
Djelotvornost šumskih vozila povezana je s njihovom brzinom kretanja, ali i opterećenjima osovina te kotača vozila. Đuka (2014), razvijajući model prometnosti terena za planiranje privlačenja drva, kao jedan od cijelog niza kriterijeva kretnosti šumskih vozila navodi i dopušteno opterećenje pneumatika (guma) kotača šumskih vozila, koje deklariraju njihovi proizvođači. Učestalo preopterećenje guma šumskih vozila dovodi do njihovog pojačanog trošenja (habanja) te oštećivanja i ili pucanja u njihovome uporabnom ili amortizacijskom razdoblju. Čopek i Filipović (2007) istražujući vučne karakteristike traktora s pogonom na sva četiri kotača opremljenog novim i poluistrošenim pneumaticima, utvrđuju smanjenje vučne

sile za 18 % i povećanje potrošnje goriva za 13,6 % pri radu s poluistrošenim gumama. Vijek uporabe pneumatika šumskih vozila ovisi o namjeni samih vozila (skider, forvarder, harvester,...), odnosno o uvjetima rada (kamenitost/stjenovitost terena, nosivost podloge, opremanje pneumatika vozila lancima ili polugusjenicama, udaljenost privlačenja drva, ...) te se kreće u širokome rasponu od 1500 do 5000 pogonskih sati (FAO 1992).

Dopušteno opterećenje pneumatika (guma) kotača vozila uopće, međunarodno je definirano indeksom nosivosti (slika 5). Indeks nosivosti (eng. *Load Index*) je brojčana oznaka koja predstavlja najveće dopušteno opterećenje koje guma može podnijeti kod odgovarajućeg tlaka punjenja zrakom pri najvećoj brzini određenoj oznakom brzinske kategorije pneumatika (ETRTO 2003). Pneumatik može nositi više indeksa nosivosti koji prikazuju njegovo dopušteno opterećenje u ovisnosti o brzini kretanja po različitim podlogama (radni strojevi, poljoprivredna i šumska vozila) ili u slučajevima kad se pneumatik upotrebljava zasebno ili u paru (udvojeni kotači), što je čest slučaj kod teretnih cestovnih vozila (kamiona). Intihar (2010) provodeći morfološku analizu guma za šumska vozila različitih proizvođača dolazi do spoznaje da se njihovo dopušteno opterećenje kreće u širokem rasponu od 1000 kg pa čak do 11.000 kg, odnosno da se vrijednosti indeksa nosivosti kreću u rasponu od 108 do 192.

Često se nosivost pneumatika dodatno označava PR-brojem, koji je u prošlosti predstavljao stvarni broj slojeva platna u karkasi gume. Koliki je stvarni broj slojeva platna u karkasi pneumatika u današnje vrijeme, ovisi o vrsti i kvaliteti materijala od kojih su platna izrađena.

Oznaka brzinske kategorije (eng. *Speed Symbol*) pneumatika je slovna oznaka koja predstavlja najveću brzinu (slika



Slika 6. Dijagram oznake brzinske kategorije

Fig. 6 Diagram of Speed Symbol

6) kod koje guma može podnijeti opterećenje koje definira indeks nosivosti pri najvećem tlaku punjenja zrakom (ETRTO 2003).

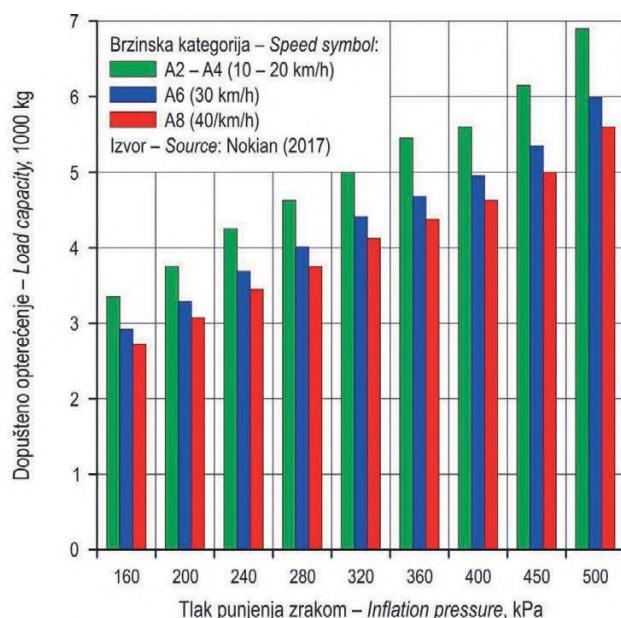
Iz analize podataka više istraživanja proizvodnosti privlačenja drva skiderima (Đuka 2014) i forvarderima (Poršinsky 2005) provedenim u uvjetima hrvatskog šumarstva može se zaključiti da šumska vozila za privlačenje drva ne premašuju brzinsku kategoriju A1, odnosno 5 km/h. Najveće dopušteno opterećenje pneumatika ne smije prekoracići vrijednost koja odgovara pripadajućem indeksu

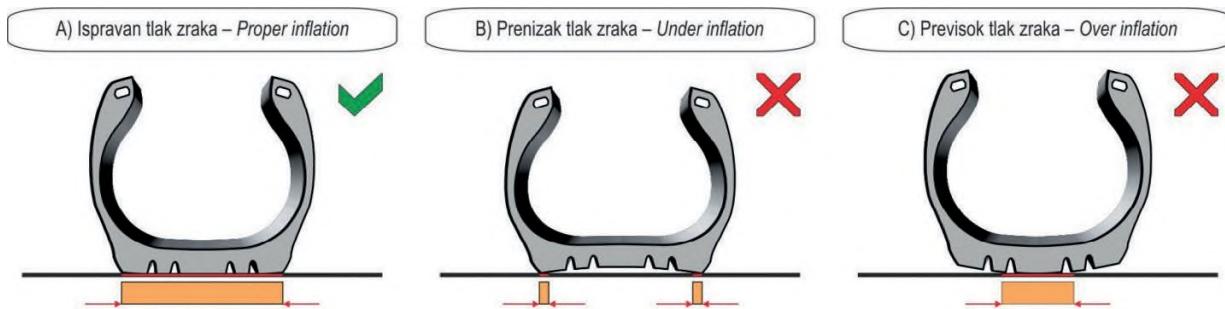
nosivosti na gumi koje proizvođači deklariraju u tablicama promjene nosivosti. Tablica promjene dopuštenoga opterećenja u ovisnosti o tlaku punjenja pneumatika zrakom za različite brzinske kategorije gume (s obzirom na način uporabe vozila, odnosno vrstu podloge po kojoj se vozilo kreće) prikazana je na slici 7. Općenito se može zaključiti da povećanjem tlaka punjenja gume zrakom raste njeno dopušteno opterećenje, a porastom brzine kretanja vozila uz konstantan tlak punjenja zrakom dopušteno opterećenje se smanjuje.



Slika 7. Ovisnost dopuštenog opterećenja gume o tlaku punjenja i brzini kretanja

Fig. 7 Load capacity vs. Inflation pressure and Speed





Slika 8. Utjecaj tlaka zraka u pneumatiku na dodirnu površinu s podlogom
Fig. 8 Influence of inflation pressure on the tyre – surface contact area

2.4 Tlak punjenja zrakom – Inflation pressure

Zrak je nosivi element pneumatika, pri čemu posebno valja istaknuti da je tlak punjenja pneumatika zrakom ovisan o vanjskoj temperaturi zraka. Porastom vanjske temperature zraka dolazi do rasta tlaka u gumama, a padom vanjske temperature zraka do pada tlaka u gumama.

Važnost kontrole tlaka punjenja pneumatika zrakom je u spoznaji da neodgovarajući tlakovi zraka u gumama utječu na troškove eksploatacije vozila, kroz: povećani intenzitet habanja i kraći životni vijek gume te povećanu potrošnju goriva (Danon i dr. 2014). Isti autori, napominju da neodgovarajući tlak zraka u gumama osim na razdoblje uporabe pneumatika utječe i na intenzitet trošenja njenoga gumnog sloja. Naime, neodgovarajući tlak zraka u gumama, neovisno je li viši ili niži od propisanoga, mijenja oblik i veličinu dodirne površine gume s podlogom što za posljedicu ima neravnomjerno trošenje pneumatika. Ravnomjerno je trošenje po cijeloj širini gazne površine značajno za pneumatike koji su napunjeni ispravnim tlakom zraka (slika 8A). Kod preniskoga se tlaka zraka u pneumatiku brže troše rubovi gazne površine (slika 8B), a kod previsokog se tlaka zraka u pneumatiku brže troši središnji dio gazne površine (slika 8C).

Posebno valja istaknuti da pri nižem tlaku zraka u pneumatiku od propisanoga (deklariranog) raste potrošnja goriva jer raste otpor kotrljanja, dok pri povišenom tlaku se smanjuje udobnost vožnje jer pneumatik manje apsorbira udarce i neravnine. Smanjenjem se tlaka prenapuhane gume povećava dodirna površina gume i podloge (tla), odnosno raste adhezijsko opterećenje vozila. Pravilno podešenim tlakom zraka u gumama: 1) smanjuje se potrošnja goriva, 2) povećava se vučna sila vozila, 3) smanjuje se trošenje gazne površine, ali i 4) smanjuje se sabijanje tla.

Pneumatici vozila općenito, a pogotovo radnih strojeva mogu se puniti i dušikom. Molekule dušika teže prolaze kroz mikroskopske prostore u pneumatiku od zraka koji uz dušik sadrži i druge plinove. Dušik je kemijski inertan plin bez boje, mirisa i okusa. Kisik je s druge strane aktivni plin koji reagira s mnogim materijalima u procesima oksidacije. Osim toga dušik je suhi plin koji ne podržava vlagu, dok kisik u kombinaciji s vodikom daje vodu. Najvažnija

je prednost pneumatika punjenih dušikom, u odnosu na one punjene komprimiranim zrakom – manje zagrijavanje tijekom vožnje, a time je osigurana i veća stabilnost vozila. Gume sa zrakom do tri puta se više zagrijavaju, što znači da lako zapaljiva smjesa u unutrašnjosti gume vrlo lako uzrokuje eksploziju. Kad je guma punjena dušikom, tlak se u njoj mijenja sporije, što utječe na njeno habanje te stabilnost vozila, ali i povećanje trajnosti pneumatika. Upravo zbog postojanosti dušika, gumu treba mnogo rjeđe dopunjavati i kontrolirati tlak. Propisano napunjena guma, sa stabilnim tlakom pokazala se pouzdanim u kritičnim trenucima, jer omogućava lakše kretanje vozila. Prednosti se punjenja pneumatika dušikom očituju kroz: 1) povećani uporabni vijek pneumatika, 2) manju promjenu tlaka ovisno o opterećenju kotača i vanjskoj temperaturi, 3) veću sigurnost te 4) rjeđu (nepotrebnu) kontrolu tlaka pneumatika (Danon i dr. 2014).

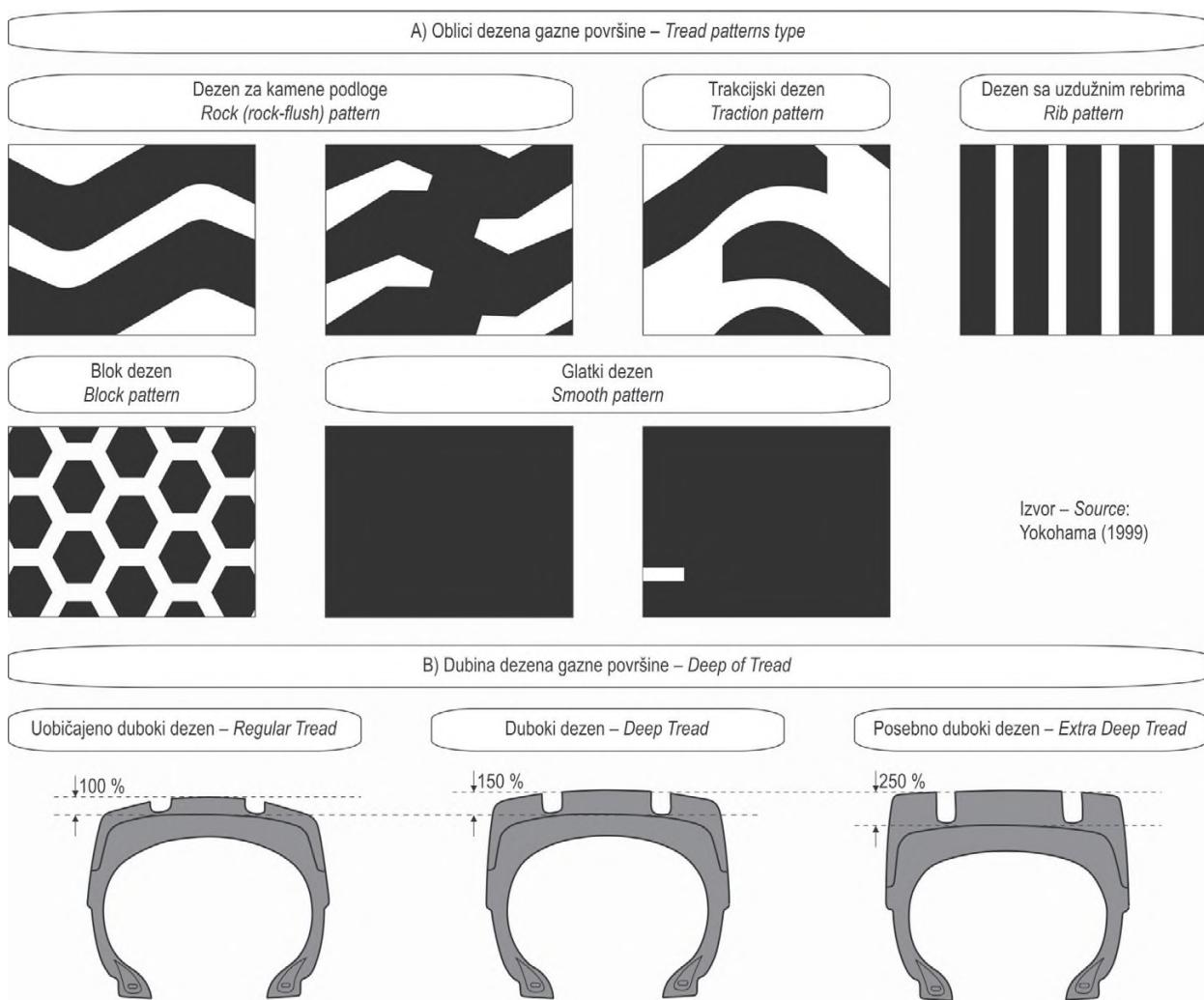
2.5 Dezen gazne površine – Tread pattern

Dezen je pneumatika određen međusobnim rasporedom udubljenja i ispuštenja gazne površine gume. Prostor između dvije susjedne izbočine u dezenu gumnog sloja pneumatika naziva se udubina ili žlijeb, dok se istaka koja strši u odnosu na osnovu dezena gumnog sloja naziva izbočina ili rebro.

Dezeni gaznih površina pneumatika vozila koja se kreću po bespuću, oblikovani su s obzirom na različite zahtjeve ovisno o vrsti i namjeni samih vozila. Osnovni su zahtjevi koji se pred njih postavljaju: 1) trakcija (vuča), 2) flotacija (nošenje) te 3) otpornost na zagrijavanje i trošenje (habanje). Slika 9 prikazuje pet osnovnih oblika i tri dubine dezena gazne površine pneumatika radnih strojeva.

Dezen za kamene podlove je oblikovan u svrhu sprječavanja oštećenja gume uzrokovanih oštrim kamenjem. Njegova velika dodirna površina osigurava otpornost na trošenje gume. Tipični žlijebovi gume prolaze okomito na smjer kretanja vozila.

Trakcijski dezen je dezen s rebrima ovisno o smjeru kretanja vozila, što je važno pri ugradnji ovih pneumatika na naplatke. Posebno valja istaknuti da pri ugradnji pneuma-



Slika 9. Razredba dezena gazne površine pneumatika radnih strojeva

Fig. 9 Classification of tire tread pattern of working machine

tika s ovim dezenom na pogonske kotače rebra moraju biti u smjeru kretanja, a kod vučenih kotača vozila u suprotnome smjeru.

Za dezen s uzdužnim rebrima značajno je da su rebra u žlijebovi u dezenu paralelni sa smjerom kretanja vozila, što vozila osigurava uzdužnu stabilnost (upravljivost). Ovaj dezen je tipičan za upravljane vučene (slobodno-kotrljajuće) kotače vozila.

Blok dezen je karakteriziran pravilnim gusto postavljenim širokim zaobljenim rebrima. Pod velikim opterećenjem kotača, blok dezen ima veliku dodirnu površinu i mali dodirni tlak na podlogu te predstavlja tipičan »flotacijski« dezen pneumatika.

Glatki dezen je oblikovan za valjke i nema žlijebova, a namijenjen je vozilima za sabijanje i poravnavanje podloge. Ovaj

dezen koriste i utovarivači te rudnička vozila, a odlikuje ga visoka otpornost na zagrijavanje i oštećivanje.

Razredbeni kodovi pneumatika za radne strojeve su standardizirani, gume poljoprivrednih i šumskih vozila obuhvaća ISO 4251-4 (2010), a građevinskih strojeva ISO 4250-1 (2014).

Od početaka mehaniziranja šumskih radova do danas, pri opremanju šumskih vozila iskristalizirala su se dva tipična dezena gazne površine pneumatika s dijametralno suprotnim prednostima i nedostacima, a koji se razlikuju s obzirom na položaj, razmak, visinu i broj rebara (slika 10). Navedene značajke gumnog sloja pneumatika, presudne su za vučne značajke šumskih vozila pogotovo pri radu na šumskim tlima povećane vlažnosti te ograničene nosivosti kada dolazi do pojave klizanja kotača¹.

¹ Pojava klizanja predstavlja smicanje čestica tla zahvaćenog rebrima pneumatika koja se zasjecaju u tlu pri kontaktu s njegovim površinskim slojem. Pri manjim vučnim silama površinski sloj tla po kojem se kreću pogonski kotači traktora ostaje na svom mjestu, jer je vučna sila traktora manja od kohezijskih sila tla. Proklizavanje kotača nastupa u trenutku kada dolazi do prekoračenja otpora tla na smicanje zahvaćenog rebrima kotača.

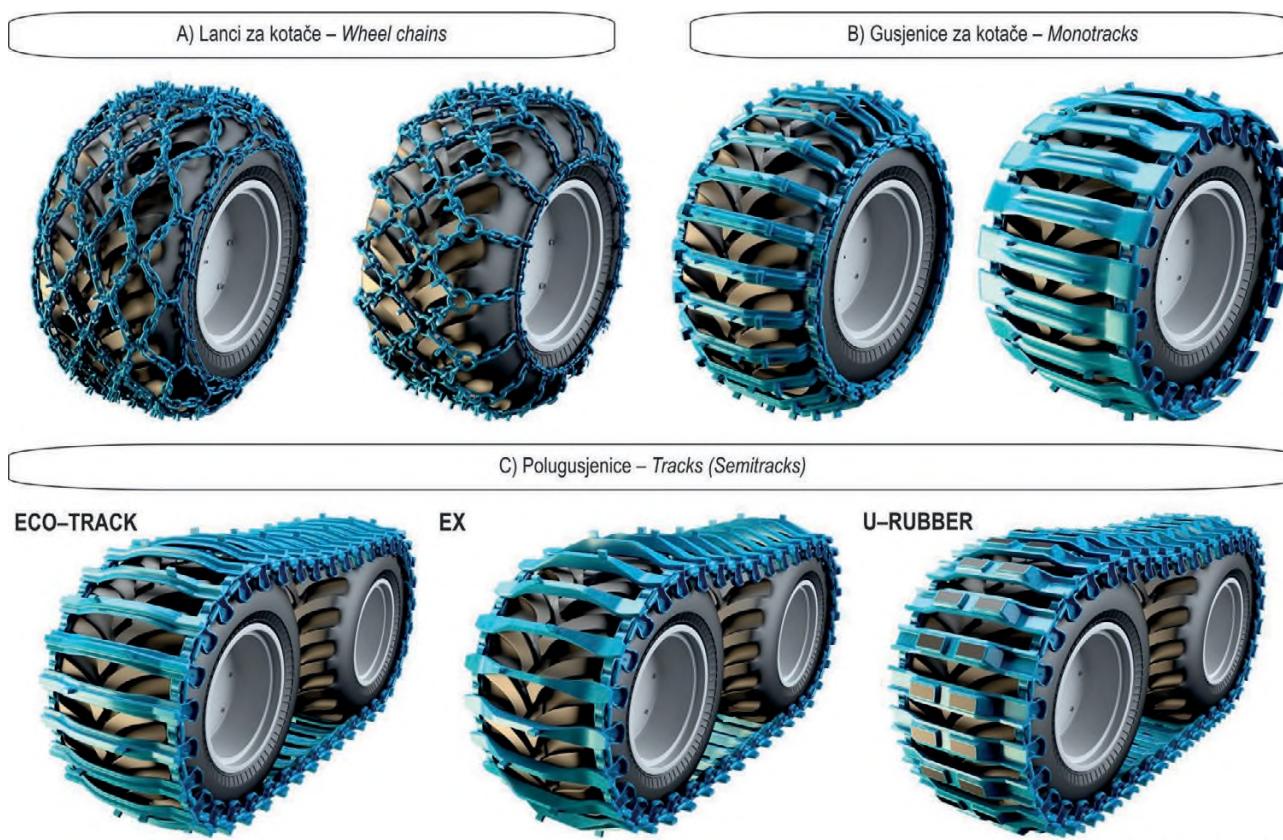
Kod trakcijskog dezena gazne površine pneumatika šumskih vozila (slika 10A) rebra su viša i postavljena pod većim kutem u odnosu na smjer kretanja vozila, uz manji broj rebara po opsegu pneumatika sa većom širinom žljebova, što

dovodi do: 1) boljeg prijenosa vučnih sila na tlo uz smanjeno klizanje kotača, 2) bolje upravlјivosti vozilom te 3) boljeg samočišćenja guma pri kretanju po vlažnim podlogama (Sutherland 2003, Weise 2008). Ronai (1983) napo-



Izvor – Source: Sutherland (2003)

Slika 10. Tipični dezeni gazne površine pneumatika šumskih vozila
Fig. 10 Typical tread pattern of forest vehicle tires



Izvor – Source: Olofsfors (2016)

Slika 11. Dodatno opremanje pneumatika šumskih vozila
Fig. 11 Traction aids of forestry vehicles tyres

Tabelica 1. Značajke guma, lanaca i polugusjenica pri različitim uvjetima rada (Ireland 2006)
Table 1 Characteristics of tyres and traction aids under varying ground conditions (Ireland 2006)

Stanje podloge Ground conditions	Gume (pneumatički) Tyres only	Lanci na gumenim kotačima Wheel chains	Polugusjenice na gumenim tandem kotačima Tracks
Suha i čvrsta nosiva tla Dry, load-bearing ground	Flotacijski »neagresivni« dezen pneumatika omogućuje kretnost šumskog vozila te smanjuje utjecaj vibracija na vozilo i vozača. – Prikladno Non-aggressive grip will result in adequate traction and minimise effect of vibration on operator comfort. – Suitable	Zaštićuju gume na radištu sa izraženom kamenitošću i siljnovitošću podloge, koja bi mogla dovesti do pojačanoga trošenja ili oštećenja pneumatika. – Razmotriti <i>May provide some protection to tyres in areas where hard, stony conditions could cause tyre damage through abrasion. – Consider</i>	Nepotrebno korištenje, ukoliko kretnost vozila nije otežana. Uporaba polugusjenica može dovesti do oštećenja tla, povećane potrošnje goriva uslijed povećanja mase vozila ali i porasta vibracija. Korištenje polugusjenica na kamenitom terenu produžuje vjež uporabe gume, što ipak ne opravdava njihovo korištenje. – Neprikladno <i>Likely to be unnecessary unless traction is a limiting factor, and may result in unnecessary disturbance, greater fuel use due to extra weight and increased vibration. Could prolong the life of tyres in aggressive, abrasive conditions although unlikely that this factor alone would justify their use. – Unsuitable</i>
Smjeđa tla pri umjerenim klimatskim priljkama Brown earth under moderate climatic conditions	Kretnost je šumskim vozilima omogućena uz korištenje standardnih pneumatika. – Prikladno Traversable with standard tyre specification. – Suitable	Zbog djelotvornosti, mogu se koristiti na gumama kotača jedne osovine sa ciljem osiguranja dodatne trakcije vozila na dijelovima radišta koji zahtijevaju. – Razmotriti Operate efficiently, may be used on one pair of wheels to provide extra traction when terrain demands. – Consider	Nepotrebno korištenje, ukoliko postoje manje površine radišta tla krenutosti vozilu osigurati slaganjem zastora šumskog ostatka. – Neprikladno <i>Generally excessive for normal use, isolated wet patches can be tackled by other means, such as reinforcing tracks with brash. – Unsuitable</i>
Glinovita vlažna tla Soil with a high clay content under wet conditions	Dezen se gazne površine gume ispunjava blatom što smanjuje krenutost vozila. Gume sa trakčiskim dezenom gazne površine imaju mogućnost samosčićenja. (Projektičavanjem je kotača očekivano uz napuštanju krenutosti vozila. – Neprikladno Tyre tread may clog with soil, reducing traction. Open tread patterns have greater ability to shed soil. In wet conditions wheel slip is likely to lead to reduced traction. – Unsuitable	Lanci povećavaju prijlanjanje kotača sa tlim, ali ne i dodirnu površinu te izuzuku premještanje slojeva tla. – Razmotriti Can have an aggressive scouring effect on wet soils; they increase the wheel grip but not the footprint and tend to 'bite' through the ground surface until grip is achieved. – Consider	Korištenje polugusjenica povećati će prijlanjanje kotača sa tlim, ali ujedno će i ošteti njegovu površinu prenještanjem njezinih površinskih slojeva. Ipak, povećanjem dodirne površine kotača omogući će se privlačenje dva u uvjetima povećane vlažnosti tla. – Razmotriti Tracks designed to maximise traction act by aggressive gripping, likely to cut up wet soils. The potential to reduce ground pressure by increasing footprint area offers the greatest benefit for working wet sites. – Consider
Tla umjerenje nosivosti na stremim terenima Moderate ground conditions with steep slopes	Na graničnim nagibima terena, u slučaju ispunjavanja dezena gazne površine tlim, dolazi do smanjenja krenutosti šumskih vozila uslijed projektičavanja kotača. – Neprikladno On limiting slopes wheel slip can result in tread pattern clogging with soil and losing any traction benefits. This is worse on heavy, sticky clay soils. – Unsuitable	Lanci povećavaju prijlanjanje kotača sa tlim i smaraju njihovo odnosu na polugusjenice. – Razmotriti Give additional grip to the machine but to a lesser degree than using tracks. – Consider	Korištenje polugusjenica omogućiti će izvrsnu krenutost vozila uz��iz nagib terena sve do graničnih nagiba koje vozilo može savladati. Dizajn polugusjenica mora se zasnivati na boljem prijlanjuju na podlogu, pri čemu posebni pozajm valja posvetiti mogućim oštećenjima šumskih cesta. – Prikladno <i>Can impart excellent traction for working safely up and down slopes towards the limit of the machine's operating ability. Specification should be suited to maximise grip rather than flotation, but caution should be applied in order to prevent damage to forest roads. – Suitable</i>
Vlažna tla, slabe nosivosti Wet soft/boggy ground	Pneumatički kotačanih šumskih vozila za privlačenje drva ne osiguravaju njihovu krenutost ukoliko se ne koriste neke druge operativne metode za poboljšanje krenutosti vozila (npr. slaganje zastora šumskog ostatka). – Neprikladno Unlikely to provide adequate traction for large-scale forest extraction machinery unless specialised operational techniques are used such as reinforcing tracks. – Unsuitable	Lanci mogu povećati prijlanjanje kotača sa tlim i smaraju njihovo (projektičavanje, ali u nedovoljnoj mjeri, što u konacnici dovedi do propadanja vozila i stvaranja kolotraga. – Razmotriti May improve grip and reduce wheel spin that can result in the machine becoming bogged but no significant flotation gain. – Unsuitable	Pologusjenice sa širim elementima, pogodne su za rad na tlima slabe nosivosti tla jer povećavaju prijlanjanje na tlo bez propadanja vozila uslijed povećanja dodirne površine. Ovisno o razini vlažnosti tla, mogu se koristiti u kombinaciji sa lancima na prednjim kotačima vozila. – Prikladno <i>Some tracks with wide, broad plates are specifically designed to provide increased flotation as well as traction. Depending on severity may be used with good effect in combination with chains or with tracks on all wheels. – Suitable</i>
Snijeg na tlu slabe nosivosti Snow with soft ground	Nakupljanje snijega u žlijebovima gazne površine pneumatika dovedi do upitnog prijlanjanja kotača sa tlim. Pneumatici sa visokim rebrima, isto tako, će se ispuniti stijegom, uz moguća veća oštećenja površinskih slojeva tla. – Neprikladno Snow and soil accumulation in the tread of the tyres can result in a loss of grip. More aggressive tyre tread patterns are likely to be equally affected, while potentially causing more disturbance in the process. – Unsuitable	Lanci osiguravaju bolje prijlanjanje kotača na tlo uz nepromjenjenu dodirnu površinu, što dovodi do oštećenja tla i pojave erozioni procesa. – Razmotriti <i>Provide useful additional grip but due to lower flotation than tracks may disturb the ground and lead to erosion. – Consider</i>	Pologusjenice su prikladne za korištenje uslijed povećane dodirne površine i smanjuju mogućnost propadanja vozila, posebice tijekom perioda otapanja snijega. Preporuča se korištenje specijaliziranih polugusjenica za snijezne uvjete kako ne bi došlo do oštećenja bogi ovjesa vozila. – Razmotriti <i>Well suited, providing grip and flotation and preventing ground disturbance especially during thaw. Some tracks are not recommended as snow build-up and compression within the track can stress the machine bogies. – Consider</i>
Snijeg na smrznutome tlu Snow with hard frozen ground	Nakupljanje snijega u žlijebovima gazne površine pneumatika dovest će do neprtljanja kotača sa tlim. – Neprikladno Snow and soil accumulation in the tread of the tyres can result in a loss of grip. – Unsuitable	Lanci na pneumatima kotača vozila osigurat će njihovu krenutost uslijed smanjenja (projektičavanja kotača. – Prikladno <i>Provide excellent traction improvements in slippery conditions. – Suitable</i>	Korištenjem je polugusjenica moguća pojavu vibracija, sličnih onima u uvjetima suhog i čvrstog tla, koja će nepovoljno utjecati na vozčića vozila. – Razmotriti <i>Effects of vibration may cause operator discomfort similar to that for hard ground working. Added flotation is likely to be of significant advantage. – Consider</i>

minje da pneumatici sa većom visinom rebara povećavaju otpore kotrljanja kotača, a uslijed dubljeg prodiranja u tla ograničene nosivosti mogu uzrokovati veća oštećenja tla. Za flotacijski dezen gazne površine pneumatika šumskih vozila (slika 10B) značajna su niža rebra koja su postavljena pod manjim kutem u odnosu na smjer kretanja vozila, uz veći broj rebara po opsegu pneumatika s manjom širinom žljebova, što dovodi do: 1) veće dodirne površine i manjih dodirnih tlakova, 2) u uvjetima povećane vlažnosti tla slabijeg samočišćenja, uz povećanu mogućnost klizanja kotača ali i lošijeg prijenosa vučnih sila (Sutherland 2003, Weise 2008). Ovako postavljena rebra, i pored lošije upravljivosti vozilom i slabijeg samočišćenja, ostvaruju zadovoljavajuću trakciju na sušim tlima koja se ne lijepe te ne ostaju u žljebovima među rebrima gazne površine pneumatika šumskih vozila (Križnar 1978). Zakrivljavanjem rebara u području prelaska gazne površine i ramena pneumatika one postaju pogodne za prihvrat polugusjenica.

3. DODATNO OPREMANJE PNEUMATIKA

ŠUMSKIH VOZILA

TRACTION AIDS OF FORESTRY VEHICLES TYRES

U ograničenim uvjetima nosivosti podloge, kretanjem šumskih vozila dolazi do oštećivanja (sabijanja) šumskog tla (Ilintsev i dr. 2018, Solgi i dr. 2018, Solgi i dr. 2019A, Solgi i dr. 2019B), čiji su osnovni uzroci visoki dodirni tlakovi (Marsusiak i Neruda 2018, Labelle i Jaeger 2019, Labelle i Lemmer 2019) i klizanje kotača (Cudzik i dr. 2018, Haas i dr. 2016). Posebno valja istaknuti da je klizanje kotača pri uporabi kotačnih šumskih vozila na tlima ograničene nosivosti njihov ograničavajući čimbenik kretnosti (Sever 1980).

S ciljem osiguranja kretnosti šumskih vozila na slabo nosivim podlogama, ali i zaštite šumskog tla od oštećivanja, šumska se vozila dodatno opremaju: lancima (slika 11A) i gusjenicama za kotače vozila (slika 11B), odnosno polugusjenicama za udvojene kotače u tandem rasporedu (slika 11C).

Korištenjem lanaca ne povećava se dodirna površina, već se reducira klizanje kotača na nenosivim podlogama, odnosno zaštićuju se gume na kamenitim podlogama (Ireland 2006). Isti autor, navodi da opremanje šumskih vozila gusjenicama za kotače, doprinosi smanjenju klizanja, uz relativno malo povećanje dodirne površine.

Poršinsky i dr. (2011) navode višestruke koristi opremanja kotača udvojene (bogi) osovine fowardera u ograničenim uvjetima nosivosti podloge: 1) zaštita tla od oštećivanja zbog povećanja površine dodira, odnosno smanjenja dodirnoga tlaka, 2) osiguranje kretnosti vozila smanjenjem klizanja kotača, ali i dubine kolotraga odnosno otpora kotrljanja vozila, 3) osiguranje djelotvornosti izvoženja drva, 4) smanjenje potrošnje goriva zbog smanjenja klizanja kotača, 5)

povećanje bočne stabilnosti forwardera pri utovaru i istovaru drva, ali i pri kretanju vozila pogotovo pri radu na nagnutim terenima. Korištenje polugusjenica značajno umanjuje brzinu kretanja šumskih vozila pri radu na tlima zadovoljavajuće nosivosti (Poršinsky 2005). Polugusjenice za šumska vozila, razlikuju se s obzirom na korak zgloba polugusjenice te oblik i širinu pločica polugusjenica (slika 11C), koje su oblikovane za rad na ravnim (ECO-TRACK), nagnutim (EX), odnosno kamenitim terenima (U-RUBBER).

Prednosti i nedostaci uporabe guma na šumskim vozilima te njihovo dodatno opremanje lancima i polugusjenicama prikazano je u tablici 1. Odluka o izboru opremanja šumskih vozila zahtijeva pažljivo razmatranje mnogih prednosti i nedostataka. Svakako, najbolji izbor opremanja šumskih vozila će često biti kompromis, pogotovo ako postoji heterogenost terenskih čimbenika unutar istog šumskog radilišta/sjećine (Ireland 2006).

4. UMJESTO ZAKLJUČKA INSTEAD OF A CONCLUSION

Ovaj rad treba pojmiti kao svojevrsnu pomoć šumarskim stručnjacima pri opremanju šumskih vozila pneumaticima, odnosno dodatnom trakcijskom opremom. Svakako treba istaknuti da odabir pneumatika ovisi o: 1) vrsti i namjeni šumskih vozila uslijed njihovih dimensijskih i konstrukcijskih značajki koje utječu na izbor vrste konstrukcije, dimenzija, indeksa nosivosti te oznake brzinske kategorije pneumatika, 2) terenskim prilikama u kojima se koriste šumska vozila koja prvenstveno utječu na izbor visine rebara te oblika dezena gazne površine.

5. LITERATURA REFERENCES

- Cudzik, A., Brennenstuhl, M., Białczyk, W., Czarnecki, J., 2018: Tractive Performance of Tyres in Forest Conditions – Impact Assessment of Ground and Tyres Parameters. Croat. j. for. eng. 39(1): 85–96.
- Čopec, K., Filipović, D., 2007: Usporedba vučnih karakteristika traktora s novim i poluistrošenim pneumaticicima u obradi ilovastog tla. Agronomski glasnik 4: 297–308.
- Danon, G., Petrović, M., Vasić, B., 2014: Pneumatici (Karakteristike – Izbor – Eksplatacija). Institut za istraživanja i projektovanja u privredi, Beograd, 1–212.
- Duka, A., 2014: Razvoj modela prometnosti terena za planiranje privlačenja drva skiderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–303.
- ETRTO, 2003: Standards Manual. The European Tyre and Rim Technical Organisation, 1–377.
- FAO, 1992: Cost Control in Forest Harvesting and Road Construction. FAO Forestry paper 99, Rome, 1–106.
- Haas, J., Hagge Ellhofft, K., Schack-Kirchner, H., Lang, F., 2016: Using photogrammetry to assess rutting caused by a forwarder — A comparison of different tires and bogie tracks. Soil and Tillage Research 163: 14–20.

- Hnatko, E., 1977: Motorna cestovna vozila. Tehnička knjiga – Zagreb, 1–362.
- Horvat, D., 1993: Prilog proučavanju prohodnosti vozila na šumskome tlu. Disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, 1–234.
- Ilintsev, A., Nakvasina, E., Aleynikov, A., Tretyakov, S., Koptev, S., Bogdanov, A., 2018: Middle-Term Changes in Topsoils Properties on Skidding Trails and Cutting Strips after Long-Gradual Cutting: a Case Study in the Boreal Forest of the North-East of Russia. *Croat. j. for. eng.* 39(1): 71–83.
- Intihar, M., 2010: Značilnosti pnevmatik pri spravilu lesa za prilagojene kmetijske traktorje in forvarderje. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1–59.
- ISO 4250-1, 2014: Earth-mover tyres and rims – Part 1: Tyre designation and dimensions, 1–24.
- ISO 4251-4, 2010: Tyres (ply rating marked series) and rims for agricultural tractors and machines – Part 4: Tyre classification and nomenclature, 1–3.
- Ireland, D., 2006: Traction Aids in Forestry. Forestry Commission, Technical Note, 13: 1–8.
- Križnar, M., 1978: Kakav pneumatik? Agrotehničar 14(1): 7–8.
- Labelle, E.R., Jaeger, D., 2019: Effects of Steel Flexible Tracks on Forwarder Peak Load Distribution: Results from a Prototype Load Test Platform. *Croat. j. for. eng.* 40(1): 1–23.
- Labelle, E.R., Lemmer, K.J., 2019: Selected Environmental Impacts of Forest Harvesting Operations with Varying Degree of Mechanization. *Croat. j. for. eng.* 40(2): 239–257. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2019.537>
- Matas, J., 2017: Gume kotača šumskih vozila. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–48.
- Marusiak, M., Neruda, J., 2018: Dynamic Soil Pressures Caused by Travelling Forest Machines. *Croat. j. for. eng.* 39(2): 233–245.
- Nokian, 2017: Technical Manual – Heavy Tyres, Truck and Bus Tyres, 1–385.
- Olofssors, 2016: Product catalog – Welcome to Our Territory, Olofssors, 1–43.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvara Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–170.
- Poršinsky, T., Stankić, I., Bosner, A., 2011: Ecoefficient Timber Forwarding Based on Nominal Ground Pressure Analysis. *Croat. j. for. eng.* 31(1): 345–356.
- Ronai, Đ. M., 1983: Teorija kretanja van tvrdih puteva. Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, 1 – 324.
- Sever, S., 1980: Istraživanje nekih eksploracijskih parametara traktora kod privlačenja drva. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–301.
- Solgi, A., Naghdi, R., Labelle, E.R., Tsioras, P.A., Salehi, A., 2018: Comparison of Sampling Methods Used to Evaluate Forest Soil Bulk Density. *Croat. j. for. eng.* 39(2): 247–254.
- Solgi, A., Naghdi, R., Labelle, E.R., Behjou, F.K., Hemmati, V., 2019: Evaluation of Different Best Management Practices for Erosion Control on Machine Operating Trails. *Croat. j. for. eng.* 40(2): 319–326. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2019.532>
- Solgi, A., Naghdi, R., Zenner, E.K., Tsioras, P.A., Hemmati, V., 2019: Effects of Ground-Based Skidding on Soil Physical Properties in Skid Trail Switchbacks. *Croat. j. for. eng.* 40(2): 341–350. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2019.535>
- Sutherland, B.J., 2003: Preventing Soil Compaction and Rutting in the Boreal Forest of Western Canada: A Practical Guide to Operating Timber-Harvesting Equipment. FERIC Advantage 4(7): 1–52.
- Spaniček, Đ., 2011: Otac gume Charles Goodyear. Polimeri 32(1): 30.
- Spaniček, Đ., 2012: Tko je pronalazač gumenih pneumatika? Polimeri 33(2): 69–70.
- Štrumberger, N., Džanić, H., 1991: Automobilske gume i njihovo održavanje. Promet 3(4): 175–181.
- Štrumberger, N., 2005: Tehnologija materijala I. Učbenik, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 1–412.
- Weise, G., 2008: Entwicklung und Einsatz von Forstreifen. LWF aktuell 67: 24–27.
- Wong, J.Y., 2001: The Theory of Ground Vehicles. John Wiley and Sons, 1–535.
- Yokohama, 1999: Off-the-Road Tires Handbook. The Yokohama Rubber Co., 1–90.

SUMMARY

Wheel tires are the only contact of forest vehicles with the ground through which forces or loads are transmitted to the forest floor.

Forestry experts therefore need to select tires carefully when equipping vehicles based on their dimensional and constructional characteristics as well as ground and stand conditions. The basic characteristics of tires are processed through their construction, dimensions and marking, load index, speed symbol, inflation pressure and tread pattern. Due to the frequently increased moisture of forest soils and their limited bearing capacity, special attention is paid to the additional equipment of forest vehicle tires with chains, ie semi-tracks in order to reduce forest soil damage and gain efficiency.

KEY WORDS: tyre, chain, semi-track

KRIVOKLJUNA PRUTKA (*Tringa nebularia* Gunn.)

Dr. sc. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

Po veličini je najveća prutka koja se gnijezdi u Europi, raste u dužinu oko 35 cm s rasponom krila 53- 60 (70) cm te ima 125 - 280 g težine. Spolovi su slični. Karakterističan je dug, tanak sivo plavkast kljun koji je blago savinut prema gore, duge svjetlo maslinasto zelene noge i u letu jasno vidljiva bijela traka koja se proteže od trtice na leđa. Gornji dio tijela, vrat i prsa su sivkasti, tamno prošarani. Odozdo je svjetlij, trbuš je bijeli sa svjetlo sivim pjegama koje su više izražene tijekom razdoblja gniježđenja. Rep je crno bijelo prošaran. Boja perja tijela u usporedbi s crvenokljunom prutkom je znatno svjetlijia.

Hrani se s vodenim insektima, njihovim ličinkama, mekućcima i drugim beskralježnjacima, punoglavcima, manjim ribama i žabama, te biljnom hranom. Hranu pronađe gacajući u plitkoj vodi uz obalu, kljucajući po površni vode ili zabadajući kljun u mulj. Let je brz i ravan s energičnim zamaskima krila. Glasa se često, brojnim raznim tonovima. Nastanjuje područje od Škotske, sjeverne Švedske, sjeverne i središnje Finske istočno do Kamčatke. Najčešće se opaža tijekom gniježđenja na tresetištima i močvarnim livadama, a poslije gniježđenja uz obale rijeka, jezera i mora s plitkom vodom. Gnijezdi od kraja travnja do kolovoza jedan puta godišnje u udubini u tlu koje je zaklonjeno mahovinom i travnatom vegetacijom. Nese 4 kremasta jaja s tamnim pjegama veličine oko 45 x 32 mm. Na jajima sjedi mužjak i ženka 24 dana, a mladunce hrane oko mjesec dana kada postanu sposobni za let, pa se osa-



Karakterističan kljun koji je blago savinut prema gore i duge maslinasto zelene noge

mostaju. Europska populacija zimuje na području zapadne Europe, Sredozemlja i Afrike.

U Hrvatskoj je redovita malobrojna preletnica i rijetka zimovalica. Zimuje u priobalju, a rijetko i u kontinentalnom dijelu (Zagreb-Žitnjak, Ivana Reka...). Na selidbi kroz Hrvatsku prisutna je od ožujka do svibnja, te od kraja lipnja do listopada, a kako u Hrvatskoj i zimuje možemo je opaziti gotovo čitave godine.

Krivokljuna prutka je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Razlika u veličini i izgledu crvenokljune prutke (lijevo) i krivokljune prutke (desno)

POPULARIZACIJA HRVATSKE FLORE

OSMEROLATIČNI DRIJAS

(*Dryas octopetala* L., Rosaceae)

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

(= *Dryadea octopetala* /L./ O. Kuntze, *Dryas alpina* Salisb., *D. babingtoniana* A. E. Porsild, *D. caucasica* Juz., *D. chamaedryfolia* /Crantz/ Gray, *D. depressa* /Bab./ Bab., *D. eriopoda* Gand., *D. lanata* Correvon, *D. lepida* Gand., *D. montana* Bubani, *D. octopetala* ssp. *punctata* /Juz./ Hultén, *D. octopetala* ssp. *subincisa* Jurtzev, *D. pentaphyllea* Hill, *D. punctata* Juz., *D. subincisa* /Jurtzev/ Tzvelev, *D. vagans* Juz., *Geum chamedryfolium* Crantz, *G. octopetalum* /L./ E. H. L. Krause, *Ptilotum octopetalum* /L./ Dulac)
 (= osinica, zelebor, fresinica, steljka osmolatična, drijas, osminica)

(engl. Mountain-Avens, Mountain Avens; njem. Weiße Silberwurz, Achtkronblättrige Silberwurz; fr. Dryade à Huit Pétales; tal. Camedrio alpino, Thé svizero)

Osmerolatični je drijas prirodno rasprostranjen na području Sjeverne Amerike, Azije i Europe (Škotska, Finska,

Švedska, Danska), u južnoj Europi u Hrvatskoj (Dinaridi, sl. 1), Hercegovini, Makedoniji i Albaniji. Nastanjuje najizloženije grebene i vrhove planina. Raste na tlima bogatim kalcijem, točilima, pokretnim šljuncima i kamenjarima, na vapnenastoj ili dolomitnoj podlozi. Pripada alpskom, alatjskom i montanskom flornom elementu.

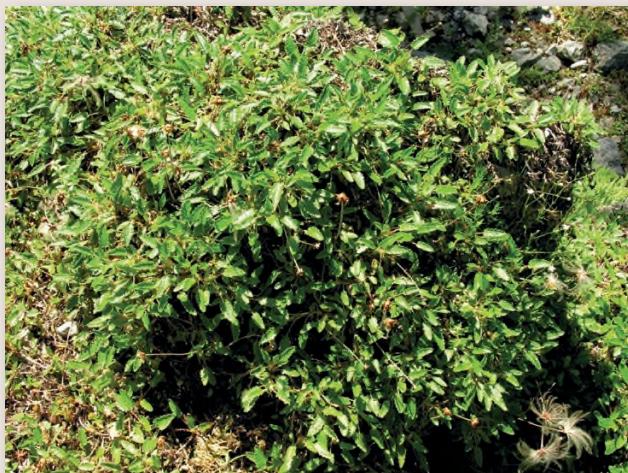
Raste kao razgranjeni, patuljasti polugrm drvenastih i ispresavijanih stabljika, koji često obrasta velike površine. Listovi su jednostavni, naizmjencični, 5-25(-40) mm dugi, 5-10(-25) mm široki i smješteni na 2-10(-20) mm dugoj i dlakavoj petljci. Plojka je kožasta, tvrda, duguljasto eliptična, zaoblenog ili tupog vrha i zaobljene do srcaste baze. Odozgo je naborana, tamnozelena, rijetko dlakava i sjajna. Odozdo je srebrnobijela, pustenasto dlakava i uzduž srednje žile smeđe dlakava. Rub plojke je krupno, duboko, pravilno narovašen, prema dolje pavinut, sa svake strane s 4-8(-10) zubača. Cvjetovi su veliki, pojedinačni, promjera 2,5-4 cm, na uspravnim, pustenasto dlakavim i 5-10 cm dugim stapkama. Najčešće su dvospolni, ali su ponekad, zbog nerazvijenosti prašnika ili plodnih listova jednospolni. Čaška je građena od 7-9, jajasto suličastih do eliptičnih, izvana smeđepustenastih, žljezdastih i 7-11 mm dugih lapova. Vjenčić je građen od 8, rijede 7 ili 9-10 bijelih, eliptičnih do obrnuto jajastih, 10-18 mm dugih i 5-12 širokih latica. Prašnici su brojni, raspoređeni u dva kruga, žuti, goli i 7-11 mm dugi. Plodnica je nadrasla, plodni listovi su brojni, slobodni i zeleni. Vrat tučka je dug, bijel i perasto dlakav. Plodovi su zbirni i građeni su od brojnih, jednosjemenih, gusto, glavičasto raspoređenih orašića. Smješteni su na polukuglastom cvjetištu, koje je smješteno na do 15 mm dugoj stapci. Orašići su sitni, smeđi, duguljasti, plosnati, 2-3 mm dugi i promjera 0,5-1 mm. Svaki orašić na vrhu ima 2-3 cm dug, perasto i srebrnasto dlakav vrat tučka.

Osmerolatični je drijas vazdzelena trajnica-hamefit. Skleromorfna, heliofilna, ukrasna, ljekovita, medonosna, entomofilna i anemohorna vrsta. Cvjeta od VI-VIII. mjeseca. Plodovi sazrijevaju u VI. i VII. mjesecu.

Osim tipične podvrste (ssp. *octopetala*), odnosno tipičnoga varijeteta (var. *octopetala*) u literaturi se kao validni nazivi



Slika 1. Rasprostranjenost osmerolatičnog drijasa (*Dryas octopetala* L.) u Hrvatskoj (Nikolić 2020).



Slika 2-4. Osmerolatični drias (*Dryas octopetala* L.).

navode još dvije podvrste – ssp. *alaskensis* (Porsild) Hultén, koja je rasprostranjena na sjeveru Sjeverne Amerike (Aljaska) i ssp. *hookeriana* (Juz.) Hultén, koja je rasprostranjena u zapadnom dijelu Sjeverne Amerike i dva varijeteta – var. *argentea* Blytt, koji je zabilježen sam na dva lokaliteta (jugozapadni dio Aljaske i Alpe) i var. *asiatica* (Nakai) Nakai, koji je rasprostranjen na području Kine, Japana, Koreje, istočne Rusije (Kamčatka, Sahalin).

Osmerolatični je drias reliktna vrsta i česta je u hortikulturi (geološki stadiji mladi i stariji drijas dobili su naziv po ovoj vrsti). U Hrvatskoj je rijetka i strogo zaštićena vrsta.



LITERATURA

- Franjić, J., Ž. Škvorc, 2014: Šumsko zeljasto bilje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, 626 str. Zagreb.

- Nikolić, T. (ur.), 2020: Rasprostranjenost *Dryas octopetala* L. u Hrvatskoj, Flora Croatica baza podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (datum pristupa: 28. 9. 2020.).

ZAPISI IZ HRVATSKIH ŠUMA (8) MIKSOMICETI – vrste i raširenost

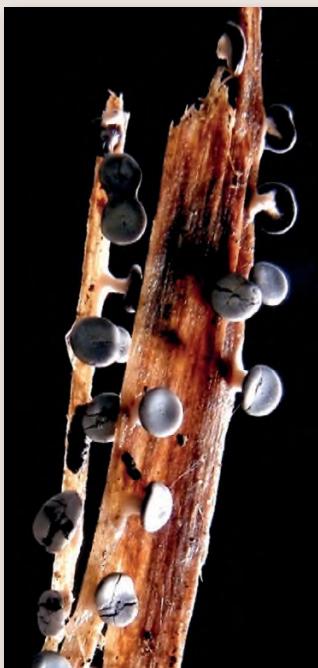
Dr. sc. Radovan Kranjčev

Provedenim petogodišnjim istraživanjima miksamiceta (u dalnjem tekstu M) u Hrvatskoj, utvrđeno je ukupno 229 svojti, od čega 198 vrsta, 15 varijetata i 16 nedeterminiranih oblika. Smatram da je to tek bio uvod u istraživanja, jer vjerujem kako u Hrvatskoj postoji barem još stotinjak, ako ne i više za sada nepoznatih svojti, među kojima i neke koje bi mogle biti nove za znanost. Uzmimo samo kao primjer oko 20 otkrivenih svojti M u kasnu jesen i zimi na odumr-

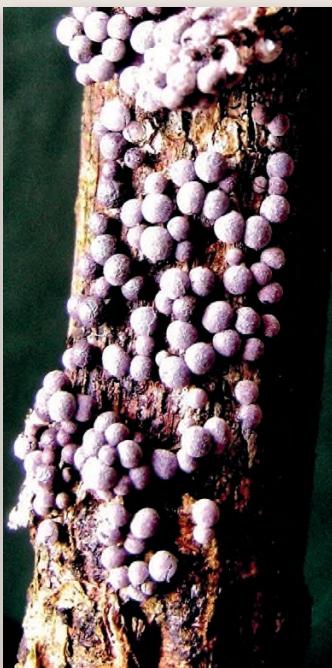
lim drvenastim dijelovima zečjaka (*Cytisus scoparius* (L.) Link) na Đurđevačkim pijescima, provizorno uvrštenih u rod kugličica (*Badhamia*).

Sve ove svojte po prvi puta su otkrivene na ovakvim staništima, na ovome supstratu i u ovo godišnje doba.

U jednom ili više navrata istraživanjima su obuhvaćena mnoga šumska područja Hrvatske, od Istre do Konavala,



Sl. 1. Plosnata dvoopnica (*Diderma hemisphaericum* (Bull.) Hornem.). Supstrat: orah, Gorski kotar.



Sl. 2. Jedna od kugličica (*Badhamia* sp.) s Đurđevačkim pjesaka. Na zečjaku, XII mj.



Sl. 3. Sporokarpi jedne zrnatice (*Trichia*) u procesu oblikovanja. Na bukvi, Zeleni vir.



Sl. 4. „Žuti koralji“ bijele sluznjače (*Ceratiomyxa fruticulosa* (Müll.) Fries). Na brezi, Ris šuma kod Rasinje na obroncima Kalnika.

od Međimurja i Podravine do Dalmacije i nekolicine otoka. Zahvaljujući uslužnosti i razumijevanju Uprava šuma i šumarskim djelatnicima (u Đurđevcu, Koprivnici, Vrbovskom, Crnom Lugu, Gerovu) mogao sam obići velika šumska područja ili zaštićene dijelove šuma u kojima se nije odvijalo uobičajeno šumsko gospodarenje.

Upravo zbog takvih razloga rezervat šumske vegetacije Crni jarci u Podravini pokazao se kao stanište s najbogatije zastupljenim svojstama M s više od 50 svojti, među kojima se nalazi desetak posebnih, kakvih nije bilo u ostalim šumama u Hrvatskoj.

Posebice bogate u Hrvatskoj su listopadne miješane šume. U odnosu na veće šume i veliku zastupljenost svojti M takve su primjerice: šuma u Zovju kod Đelekovca u Podravini, kalničke šume, posebno one na sjeveroistočnim obroncima Kalnika, šuma Seča kod Kloštra Podravskog, šume u zapadnim dijelovima Biokova, velike šume Ličke i Gole Plješivice, velebitske šume i prašume oko Brodarovca, Medvednica, Tramuntana na Cresu, šume otoka Lastova i Mljeta, Konavoske šume, šume oko Vele Luke te posebice velike i stare šume Gorskog kotara. U Gorskem kotaru mogao bih izdvojiti kao posebno bogate M šume Lividrage, šira okolica Gerova, šuma u okolini Vrbovskog i potoka Kamačnika, Sungerski lug, Ravna Gora, Kraljev Vrh, Samarske stijene, oko Mrkoplja i Delnica, Golubinjak, Zeleni vir, Luke, Jelovac i druge.

Miksomiceti su mali organizmi (0,2 – 1,2 cm), rijetko veći ili samo u kolonijama nešto bolje vidljivi. Ne samo „obični“



Sl. 5. Obična mjeherica (*Lycogala epidendron* (L.) Fries). Na bukovom trupcu uz potok Kamačnik kod Vrbovskog

šetači prirodom, već i znanstvenici o njima još uvijek ne znaju mnogo, iako postoje i napredna istraživanja u nekim zemljama, pa i uzgoj u kontroliranim uvjetima. Najveći dio tih istraživanja je obavljen velom tajne, jer M svojim proteinima te svojstvima i fantastičnom brzinom povećavanja mase mnogo obećavaju. Riječ je o pravom velikom carstvu malih stvorenja, često maštovitih boja, oblika i neke posebne, gotovo nadrealne promjenjivosti i brzine metamorfoza, nad kojima ostajemo neprestano začuđeni i znatiželjni. To su dva dobra razloga da im poklonimo pozornost i vrijeme, koje često ne znamo na pravi način „potrošiti“ u ovom nestrpljivom i zahuktalom svijetu.

U kolosalno velikom carstvu šuma, tako su se samozatajno i u svojoj skromnosti prosuli mali najlepši dragulji. Možda će nas oni združeni s milijardama drugih stvorenja poučiti o tome koliko vrijedi biološka raznolikost ove zemlje i kako živjeti, biti zahvalan na takvoj neusporedivoj ljepoti, kako se radovati životu i biti sretan.

ZAPISNIK

1. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD-A 2020. GODINE, ODRŽANE U ŠUMARSKOM DOMU 9. LIPNJA 2020. GODINE S POČETKOM U 11,00 SATI

Mr. sc. Damir Delač

Nazočni: Akademik Igor Anić, Emil Balint, dipl. ing., mr. sc. Boris Belamarić, prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić, Mario Bošnjak, dipl. ing., Daniela Cetinjanin, dipl. ing., mr. spec. Mandica Dasović, mr. sc. Josip Dundović, prof. dr. sc. Milan Glavaš, Goran Gobac, dipl. ing., mr. sc. Ivan Grginčić, Marina Juratović, dipl. ing., mr. sc. Petar Jurjević, Ivan Krajačić, dipl. ing., prof. dr. sc. Josip Margaletić, akademik Slavko Matić, Darko Mikičić, dipl. ing., Damir Miškulin, dipl. ing., Damir Nuić, dipl. ing., Martina Pavičić, dipl. ing., dr. sc. Sanja Perić, Krasnodar Sabljić, dipl. ing., Alen Sušnik, dipl. ing., umjesto Gorana Bukovca, dipl. ing., Zoran Šarac, dipl. ing., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, Davor Topolnjak, dipl. ing., Oliver Vlainić, dipl. ing., doc. dr. sc. Dinko Vusić, Silvija Zec, dipl. ing., Dražen Zvirotić, dipl. ing., Stjepan Blažičević, dipl. ing., Marina Mamić, dipl. ing., Herman Sušnik, dipl. ing., dr. sc. Vlado Topić, Biserka Marković, dipl. oec. i mr. sc. Damir Delač

Gosti: Damir Dramalija, dipl. ing.

Ispričani: Goran Bukovac, dipl. ing., Čedomir Križmanić, dipl. ing., Ante Taraš, dipl. ing. i mr. sc. Goran Videc.

Predsjednik, Oliver Vlainić pozdravio je sve nazočne i zahvalio im na dolasku. Prva sjednica UO 2020. godine bila je zamišljena da se održi na području ogranka Varaždin, no aktualna situacija s pandemijom bolesti Covid-19 prisilila nas je na promjenu plana. Isto tako htjeli smo da se članovi Upravnog i Nadzornog odbora uvjere kakve su i kolike posljedice potresa od 22. ožujka o. g. koje je ostavio na Šumarskom domu.

Kako je od 33 člana Upravnog odbora nazočno njih 30, predsjednik Oliver Vlainić, utvrdio je kvorum, a zatim predložio na usvajanje sljedeći

Dnevni red:

1. Ovjerovljenje Zapisnika: 2. sjednice Upravnog odbora 2019. godine, 123. Redovite sjednice Skupštine (Zapisnici su objavljeni u ŠL 1-2/2020.), 1. Elektroničke sjednice UO 2020. i 1. Elektroničke sjednice Skupštine 2020. (Zapisnici su u prilogu Poziva)
2. Obavijesti
3. Šumarski dom nakon potresa u Zagrebu 22. ožujka 2020. godine
 - a) Oštećenja na zgradama
 - b) Odnosi s najmoprimcima za vrijeme neupotrebljivosti poslovnih prostora
 - Goethe institut
 - Institut za razvoj i međunarodne odnose
 - c) Plan sanacije zgrade; radovi i financije
 - d) Odluke po gornjim točkama
4. Aktivnosti HŠD-a u novonastalim okolnostima i pandemiji COVID-19
5. Pitanja i prijedlozi

koji je jednoglasno usvojen.

Ad. 1. Zapisnici: 2. sjednice Upravnog odbora 2019. godine, 123. Redovite sjednice Skupštine (Zapisnici su objavljeni u ŠL 1-2/2020.), 1. Elektroničke sjednice UO 2020. i 1. Elektroničke sjednice Skupštine 2020. godine jednoglasno su usvojeni.

Ad. 2. Obavijesti:

- 20. do 25. siječnja 2020. godine ekipa hrvatskih šumara nastupila je na 52. EFNS-u koji se održao u mjestu Drusznicki-Zdrój u Poljskoj. Najveći uspjeh u svojoj kategoriji postigao je Mladen Šporer osvojivši 2. mjesto. Više o tome objavljeno je u Šumarskom listu 1-2/2020.
- Od 4. do 7. veljače 2020. godine u Opatiji je održan 64. seminar biljne zaštite (Šumarski list 3-4/2020).
- 6. veljače je u Bruxellesu izložena retrospektiva fotografija Šuma okom šumara (Šumarski list 3-4/2020).
- 21. do 23. veljače u Sappadi u Italiji održano je tradicionalno Alpe-Adria natjecanje šumara Austrije, Italije, Slovenije i Hrvatske. (Šumarski list 3-4/2020).
- 2. ožujka na Građevinskom i Arhitektonskom fakultetu u Zagrebu održan je Dan inženjera, tradicionalni godišnji skup u organizaciji Hrvatskog inženjerskog saveza.

- 6. ožujka u Buzetu je održan sastanak na kojemu su sudjelovali predstavnici Ministarstva poljoprivrede, Hrvatskih šuma d.o.o. i tartufara na temu gospodarenja „motovunskih“ šuma. Nakon toga i mi smo posjetili UŠP Buzet te na tu temu napisali u Šumarskom listu 3-4/2020 uvodnik „Hrvatske šume d.o.o. – feudalac ili provoditelj zakona“.
- Stav HŠD-a o općekorisnim funkcijama šuma, koji je objavljen i na našim web stranicama, 24. travnja poslali smo Vladu, resornom ministarstvu, Saborskemu odboru za poljoprivredu i šumarstvo i saborskim zastupnicima.
- Hrvatski inženjerski savez (HIS), čiji je član Upravnog odbora i predstavnik šumara Oliver Vlainić (na toj je funkciji naslijedio tajnika Damira Delača, sada člana Suda časti HIS-a), na sjednicama UO višekratno je raspravljao o sanaciji zgrade u Berislavićevoj. Naime, zgrada HIS pretrpjela je velike štete nakon potresa, a njena statika i ranije je narušena zahvatom proširenja podzemnih garaža hotela Dubrovnik.
- 15. do 22. svibnja trajalo je E-savjetovanje na Nacrt prijedloga Uredbe o zakupu šumskog zemljišta u vlasništvu Republike. Hrvatsko šumarsko društvo dalo je 6 primjedbi od kojih je 1 prihvaćena, a 1 primjedba će se uzeti u obzir kod završne verzije uredbe.
- Slijedom aktualnosti u vezi s Hrvatskim šumama (vjetroelektrane i zakupi) pripremili smo uvodnik za Šumarski list 5-6/2020. Isti ćemo poslati medijima i postaviti na web stranicu HŠD-a.
- Iz tiska je izišla knjižica Darka Posarića „Da bi hrast mogao rast“ kojoj je HŠD bilo suizdavač.
- Martina Pavičić, predsjednica ogranka Bjelovar, iznijela je informacije u vezi s ovogodišnjim bjelovarskim salonom fotografija „Šuma okom šumara“. Pozvala je predstavnike ogrankaka da iznesu svoje planove za postavljanjem izložbe na njihovom području te da s obzirom da se središnjica HŠD-a zbog velikih troškova potrebnih za sanaciju zgrade Šumarskog doma ove godine neće sufincirati tiskanje kataloga, ogranci na kojima će gostovati izložba snose dio troškova. Ujedno je izvjestila o pripremama bjelovarske ekipe šumara za natjecanje na Maratonu lađa.
- Prof. Josip Margagetić iznio je stanje sa Šumarskim listom koji izlazi redovito i upravo je pred tiskanjem dvobroj 5-6/2020. Brojevi 7-8 i 9-10 već su popunjeni sa znanstvenim člancima, a u iduća dva tjedna očekuje da će i dvobroj 11-12 2020. biti popunjeno. Dobra je vijest u vezi sa znanstvenim članancima da su se domaći autori više aktivirali. Pozvao je predstavnike ogranka da više objavljaju svoje aktivnosti na stranicama Šumarskoga lista.

Ad. 3. Šumarski dom nakon potresa u Zagrebu 22. ožujka 2020. godine

a) Oštećenja na zgradama

O stanju zgrade Šumarski dom nakon potresa i planu sanacije izvjestio je tajnik Damir Delač. Kako je on u dvostrukoj 5-6/2020. detaljnije opisao stanje zgrade, ovdje ga nećemo posebno iznositi.

b) Odnosi s najmoprimcima za vrijeme neupotrebljivosti poslovnih prostora

O tome je izvjestila Biserka Marković, voditeljica računovodstveno-finansijskih poslova. Goethe institut trebao se do kraja ožujka u potpunosti preseliti u zakupljeni prostor Šumarskoga doma. Potres je izmijenio sve planove te su oni u nemogućnosti korištenja prostora Šumarskoga doma bili prisiljeni pronaći zamjenski prostor. Održana je i video konferencija predstavnika HŠD-a i Goethe instituta na kojoj smo predložili da im osiguramo poslovni prostor u prizemlju zgrade i dijelu I. etaže koji su do sada koristili, do rujna mjeseca. Kako oni nisu mogli zakupiti alternativni prostor na rok manji od godine dana, oni u tih godinu dana ne žele plaćati zakupninu Šumarskog društva. Njihov prijedlog odnosi se na tri vremenske faze: U prvoj fazi počevši od svibnja, oni 6 mjeseci ne žele plaćati zakupninu jer ne mogu ući u prostor, u drugoj fazi počevši od studenog, oni bi aktivirali depozit od 100.000 €, koji je u skladu s Ugovorom deponiran kao jamstvo plaćanja zakupnine, u svrhu ulaganja u oticanje oštećenja izazvanih potresom u dijelu zgrade koji je u zakupu Goethe instituta. Taj iznos otprilike odgovara količini najma za 6 mjeseci. U trećoj fazi predlažu kompenzaciju zakupnine iznosom od 100.000 € koje smo se mi u skladu s Ugovorom obvezali, uz njihova ulaganja utrošiti u prostor zgrade.

Naš prijedlog bio je da, prihvativši prve dvije faze, u trećoj fazi Goethe institut počne plaćati zakupninu, a mi ćemo sredstva od 100.000 € uložiti u obnovu zgrade u nekoliko faza, u skladu s aktualnim potrebama. Kako se, ukoliko uspijemo ostvariti predviđen plan sanacije zgrade, nameće problem dimnjaka i grijanje poslovnih prostora, predlažemo da ta naša ulaganja idu u tom smjeru, dakle u sanaciju dimnjaka.

Prostor dijela II. etaže i potkrovla zgrade koji je u zakupu IRMA isto je pretrpio oštećenja. Posebice je to vidljivo na dijelu potkrovla uz portal pročelja zgrade. Iako su zbog aktualne situacije s pandemijom Corona virusa prešli na rad od kuće, od Ministarstva su dobili nalog da ne plaćaju zakupninu dok se zgrada ne dovede u sigurno stanje. Od 1. svibnja mi smo praktički ostali bez prihoda, dok su pred nama izuzetno velika ulaganja.

c) Plan sanacije zgrade; radovi i financije

Prema prioritetima na zgradama je prvo potrebno izvršiti radove koji će smanjiti opasnost urušavanja koja bi do-

vela u opasnost prolaznike, a to su uklanjanje najoštećenijih dimnjaka i sanacija portala pročelja zgrade.

U drugoj fazi predviđeni su građevinski radovi izvanrednog održavanja konstrukcije zgrade u zonama stubišta naorušene statike te zamjena krovišta u sklopu kojega će se riješiti i dimnjaci i srušeni zabat krovišta uz učenički dom.

U trećoj fazi predviđeni su radovi dletanja manjih raspruklina na zidovima i plafonima zgrade i soboslikarski radovi.

Zbog obima radova i usklađenosti sa zakonskim građevinskim odredbama za izradu tehničkih rješenja i nadzora bilo je potrebno izabrati Nadzornog inženjera.

Usluga sadrži:

- Izradu Rješenja za privremeno osiguranje portala
- Projekt i rješenje dimnjaka
- Projekt za zamjenu krovišta
- Kontakt s konzervatorima
- Izradu troškovnika i tendera za privremene podupore stubišta, ureda
- Nadzor po prethodnim točkama.

Povjerenstvo u sastavu Oliver Vlainić, Biserka Marković i Damir Delač od tri pristigle ponude odabralo je ponudu tvrtke TODING d.o.o. u iznosu od 116.600,00 kn bez PDV-a.

Isto tako raspisali smo javni natječaj za radove izmjene pokrova zgrade. Konzultirajući stručne osobe prijedlog je da to bude aluminijski pokrov, kao najlakši, najdugotrajniji, a svojim profilom može biti najsličniji dosadašnjem pokrovu od eternita. Za to ćemo trebati ishodovati odbrenje konzervatora.

Predviđeni radovi na zamjeni pokrova:

- montiranje svih potrebnih skela za izvođenje radova
- demontaža stare limarije
- demontaža starog pokrova od eternit ploča, odvoz i zbrinjavanje
- demontaža svih ostalih postojećih slojeva krova, odvoz i zbrinjavanje
- eventualna zamjena podložne daske (po potrebi)
- postava nove krovne paropropusne folije 180 g/m²
- postava novog pokrova od aluminijskih ploča dimenzija 44x44 cm u obliku krovnog romba
- postava nove krovne limarije i gromobranske instalacije od alu legure.

Za odabir najpovoljnijeg ponuđača za radove izmjene krovišta Povjerenstvo je odabralo ponudu tvrtke O.K.I. Mont d.o.o. u ukupnom iznosu od 1.467.400,00 kn bez PDV-a.

Od ostalih predviđenih radova bit će potrebno izraditi: Snimku postojećeg stanja, Digitalne podloge s detaljnim pregledom oštećenja zgrada i Elaborat sanacije oštećenja.

Procjena je da će za obnovu zgrade biti potrebno utrošiti oko 3,5 mil. kuna. Uz 2,5 mil. kuna vlastite uštedevine, kako bi zadržali likvidnost poslovanja, bit će potrebno uzeti kredit u iznosu 1,5 mil. kuna na 10 godina, uz odgodu plaćanja od godinu dana.

Cilj je zgradu Šumarskoga doma što prije dovesti u stanje (zelena oznaka) koje će omogućiti vraćanje zakupnika i redovito prihodovanje od zakupnina.

- Kolegica Pavičić postavila je pitanje, koliko možemo računati na pomoć grada i države pri sanaciji zgrade?
- Za sada, dok se ne doneše posebni Zakon, ne možemo računati na bilo kakva finansijska sredstva za obnovu. Postoji fond za obnovu dimnjaka zgrada, no oni tu ne prepoznaju udruge kao što je HŠD.
- Herman Sušnik pozvao je članove Upravnog i nadzornog odbora HŠD-a da svojim primjerom pokažu zajedništvo i daju prilog za obnovu Šumarskog doma.
- Damir Miškulic preporučio je razgovor s upravom Hrvatskih šuma d.o.o. u vezi s doniranjem sredstava za obnovu Šumarskog doma.

d) Odluke po gornjim točkama

- Predsjednik Oliver Vlainić pozvao je nazočne da se izjasne o Prijedlogu za pregovore u vezi s plaćanjem zakupnine s Goethe institutom za vrijeme nekoristenja poslovnih prostora. Prijedlog je jednoglasno usvojen.
- Prijedlog plana sanacije zgrade jednoglasno je usvojen.
- Zapisnik o odabiru najpovoljnijeg ponuđača za poslove Nadzornog inženjera jednoglasno je usvojen.
- Zapisnik o izboru najpovoljnijeg ponuđača za zamjenu krovišta jednoglasno je usvojen.

Ad. 4. Aktivnosti HŠD-a u novonastalim okolnostima i pandemiji COVID-19

Predsjednik Oliver Vlainić rekao je kako će sve ostale aktivnosti HŠD-a u narednom razdoblju ovisiti o stanju s pandemijom korona virusa i uputama nacionalnog stožera za zdravstvenu zaštitu.

Ad. 5. Pitanja i prijedlozi

Silvija Zec zahvalila je predstavnicima HŠD-a ogranka Bjelovar na svesrdnoj pomoći prigodom postavljanja izložbe „Šuma okom šumara“ 6. veljače u Briselu, koja je u ozračju predsjedanja Hrvatske vijećem EU polučila veliki uspjeh. Kao predsjednica HKIŠDT osvrnula se na neke aktivnosti kada je Komora uz Šumarsko društvo i ostale šumarske institucije poslala pismo podrške za očuvanjem naknade za OKFŠ, iako kako sada stvari stoje to je sve teže ostvarivo. Osvrnula se i na napade naših kolega na rad Komore i izdavanje licenci, što se sve negativno odražava na slogan unutar Komore, a što se može negativno odraziti i na neke

aktivnosti kao što je suizdavanje Šumarskoga lista, pa i moguće doniranje sredstava za obnovu Šumarskoga doma. Kao što ste upoznati, Komora je smanjila naknadu za izdavanje licence za 20%.

Na 1. hrvatskom stručnom skupu o urbanom šumarstvu u Osijeku 2019. godine jasno je izražena potreba okupljanja stručnjaka iz urbanog šumarstva i pratećih djelatnosti, kao i stručnjaka koji se bave „zelenom infrastrukturom“ koja je prepoznata i od strane Europske komisije, a gdje bi šumarska struka također trebala participirati u dijelu koji pokriva. Na tragu tog zaključka javila se ideja za osnivanjem Sekcije urbanog šumarstva pri Hrvatskom šumarskom društvu. Na-

kon što su ovu inicijativu Upravnom odboru izložili prof. dr. sc. Ivica Tikvić i Damir Dramalija, dipl. ing., kao potencijalni predsjednik ove sekcije, prijedlog je dan na glasanje. Upravni odbor HŠD-a jednoglasno je usvojio formiranje Sekcije za urbano šumarstvo.

Kada smo 1. sjednicu UO HŠD-a 2020. godine privodili kraju, telefonom nam je stigla obavijest iz Goethe instituta da otkazuje Ugovor o zakupu. Ova vijest je sve neugodno iznenadila i sve naše planove, kako u vezi s obnovom zgrade, tako i sve ostale aktivnosti društva stavila u nove okolnosti u kojima smo ostali bez redovitih prihoda.

Zapisnik sastavio

tajnik HŠD-a:
Mr. sc. Damir Delač, v.r.

Predsjednik HŠD-a:
Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., v.r.

PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 9/1920 I 10/1920

Traži se lugar lovac

izsluženi (umirovljeni) ili mladja osoba, istim zvanjem — koja nije više za odveć napornu službu i moguće želila doći na more. Ista mora, da je dobro upućena u odgoj korisne i tamanjenju škodljive divljači.

Mjesto Split šuma (Park) Marjan sa površinom jedno 100 km. borove šume.

Plata mjesечно K 1200.—

Molba neka se upravi potpisanoj upravi kojoj se ima priložiti:

1. Krsni list; 2. domovni list; 3. svjedodžbu o ispitu za lugarsku lovačku službu; 3. svjedodžbu dosadašnjeg službovanja; 5. Liječničku svjedodžbu i 6. svjedodžbu ponašanja.

Uprava društva „Marjan“.

Prof. dr. sc. Stanislav Sever (5.2.1935.–8.8.2020.)

Prof. dr. sc. Marijan Šušnjar



Profesor dr. sc. Stanislav Sever preminuo je nakon duge i teške bolesti 8. kolovoza 2020. u 86-oj godini života.

Prof. dr. sc. Stanislav Sever, inženjer drvne industrije i inženjer strojarstva, rođen je 1935. godine u Svetom Križu Začretju. V. mušku gimnaziju u Zagrebu završio je 1954. Diplomirao 1959. na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Drvnoindustrijski odjel, a 1965. na Strojarskom odjelu Strojarsko-brodograđevnog fakulteta istog Sveučilišta. Magistrirao je 1975., a disertaciju „Istraživanje nekih eksploatacijskih parametara traktora kod privlačenja drva“ obranio 1980. na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na Šumarskom fakultetu počeo je raditi 1960. kao asistent, a u mirovinu je otišao 2000. kao redoviti sveučilišni profesor. Na istom fakultetu obnašao je dužnost predstojnika Katedre za strojarstvo te tajnika i predsjednika Savjeta Fakulteta.

Od 1997. do 1998. pomoćnik je ministra za poljoprivredu i šumarstvo i ravnatelj Uprave za šumarstvo i lovstvo.

Njegova pedagoška i nastavna djelatnost ponajprije je vezana uz rad na Šumarskome fakultetu u Zagrebu i odnosi se na gotovo sve tehničke predmete dodiplomske i poslijediplomske nastave. Pri tome je sudjelovao u uvođenju i osnivanju novih predmeta, metodskih jedinica, nastavnih sadržaja, mjernih vježbi.

Predavao je ili sudjelovao u nastavi iz predmeta Mehanizacija šumarstva s praktikumom, Nacrtna geometrija, Tehničko crtanje, Osnove strojarstva, Transport u drvnoj industriji, Radni strojevi za drvo, Strojevi za transport i dizala, Rukovanje materijalom i dr. Deset je godina (od 1981. do 1990.) bio gost profesor na Šumarskom fakultetu u Sarajevu te povremeno nastavnik suradnik na Agronomskom fakultetu u Zagrebu i Visokoj tehničkoj školi za sigurnost na radu pri Fakultetu strojarstva i brodogradnje. Pritom je, osim članstva u mnogim povjerenstvima diplomskih i magistarskih radova te disertacija, bio i mentor niza diplomskih radova, magisterija i disertacija.

U znanstvenom radu u području šumarskoga i drvnoindustrijskog strojarstva utjecao je na ustroj, promicanje i prepoznavanje tehničke sastavnice kao dijela šumarskih znanosti.

Mehanizirano privlačenje drva, utjecaj šumskih strojeva na tlo te istraživanja transportnih sredstava u drvnoj industriji, najznačajnije je područje njegova znanstvenoga rada. Također je važan njegov rad na uvođenju ergonomskih istraživanja pri uporabi šumarske mehanizacije i strojeva u drvnoj industriji, stvaranju sustava tehničke propisnosti, normi i pravilnika za rad na siguran način. Značajni mu je bio doprinos u promicanju strukovnoga nazivlja.

Više od 550 objavljenih ili izvedenih radova, većina su rezultat mjerena, vezana uz koji proizvodni ili razvojni zadatak u šumarstvu ili drvnoj industriji.

Mnoge objave otkrivale su nove znanstvene spoznaje, koje su predstavljale prinos svjetskom znanju, što je pak utjecalo na daljnje proučavanje ovih problema, kako u svjetskom šumarstvu, tako i u Hrvatskoj, a posebice na Šumarskome fakultetu u Zagrebu.

Sav je taj rad potvrđivao i vođenjem ili sudjelovanjem u mnogobrojnim projektima, istraživačkim zadacima, eksperimentalnom razvoju.

Posebno se ističe njegovo zalaganje u prijenosu znanja, što je vidljivo kroz pretakanje spoznaja u nove generacije strojeva, zajednički rad s mnogim strukama i opredmećenje u novim proizvodima.

Jedan je od pokretača proizvodnje šumskih zglobnih traktora skidera u Hrvatskoj, a njegovo znanje i iskustvo i danas se koristi u konstrukciji novih modela šumskih strojeva za privlačenja drva.

Uz skrb o osnutku mnogih mjernih sastavnica neophodnih za utvrđivanje značajki strojeva i opreme u šumarstvu, brojnim objavama i neposrednim sudjelovanjem u prijenosu znanja u praksi, skrbio je posebno o raznim oblicima objava, o uređivanju časopisa, zbornika, monografija i slič-

nih tiskovina. Sudjelovao je i u radijskim i televizijskim emisijama o ovodobnim temama i motrištima na inženjerstvo i šumarsku proizvodnju u okviru cjelokupnih zbivanja u okolini. Svoja je izlaganja držao, osim na hrvatskom jeziku, na engleskom, njemačkom i ruskom jeziku, kojima se služio u strukovnom sporazumijevanju.

Posebno treba istaknuti da je profesor Sever od 1990. do 2000. godine obnašao dužnost zamjenika koordinatora istraživačke grupe IUFRO D3 – 3.06.00 (Pridobivanje drva na nagnutim terenima) te bio član i sudjelovao u radu međunarodnih agencija i međunarodnih strukovnih organizacija: FAO (Organizacija UN za ishranu i poljoprivredu), ILO (Međunarodna organizacija rada), ECE (Ekonomski komisija UN za Europu), ISO (Međunarodna organizacija za standarde) The International Society for Terrain-Vehicle Systems, itd.

Bio je redoviti član Akademije šumarskih znanosti, Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, Hrvatskog šumarskog društva, Hrvatskog mjeriteljskog društva, Hrvatskog strojarskog i brodograđevnog inženjerskog saveza, Udruge za plastiku i gumu, Hrvatskog društva za promicanje zaštite ljudi u radnoj i životnoj okolini, Pokreta priatelja prirode – „Lijepa naša“.

U Državnom zavodu za normizaciju i mjeriteljstvo isticao se u radu Tehničkog odbora za nazivlje i Tehničkog odbora za šumarske strojeve.

Osnivač je, te tehnički pa glavni urednik časopisa Mehanizacija šumarstva. Bio je član uredništva časopisa *Drvna industrija*, *Gozdarski vestnik*, *Mjeriteljski vjesnik*, *Rad i sigurnost*, *Metrolog*.

Bio je član Saborskoga odbora za dodjelu državne nagrade tehničke kulture Faust Vrančić te predstavnik Vlade RH u Upravnom odboru javnog poduzeća "Hrvatske šume" od prosinca 1995. do lipnja 1998., član i nekoliko radnih grupa za donošenje prijedloga izmjena i dopuna, odnosno novih hrvatskih zakona, jednokratni voditelj hrvatske delegacije na 3. ministarskoj konferenciji Zaštita šuma u Europi (Lisabon, 1998) te potpisnik u ime Hrvatske tzv. Lisabonske rezolucije i deklaracije. Bio je i predloženik za nagradu "Nikola Tesla" 1986. godine, a 1998. Predsjednik Republike Hrvatske odikovao ga je Redom Danice Hrvatske s likom Blaža Lorkovića za osobite zasluge u gospodarstvu.

Studenti i djelatnici Šumarskog fakulteta pamtit će profesora Stanislava Severa kao mirnog i susretljivog kolegu, koji je svoja velika znanja rado i nesobično dijelio sa studentima i suradnicima. Studenti su prepoznавали njegov kulturno-loški pristup u tehničkim disciplinama, posebno njegovo unošenje mjeriteljske i jezične sastavnice u sadržaje, zakonito iskazivanje spoznajnih rezultata i dr. Jednako je skrbio o napredovanju nasljednika, znanstvenih novaka, pa i mnogih demonstratora uključenih u nastavni i istraživački proces. Uvijek je nalazio slobodnog vremena za mlade suradnike, prenoсеći znanje, iskustvo, podučavajući nas znanstvenom stilu pisanja i izražavanja.

Uz sav navedeni rad, profesora je u slobodno vrijeme zaukljala glazba (izvoditelj, voditelj, dirigent, aranžer za mnoge tamburaške sastave i orkestre) i šah (1956. prvak Zagrebačkoga šahovskog kluba) te hrvatski jezik i povijest.

Dragi Profesore, neka ti je vječna slava i hvala.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o objetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavljivanja moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s naslovom i podnaslovima prevedenim na engleski, odnosno hrvatski jezik.

Dokument treba pripremiti u formatu A4, sa svim marginama 2,5 cm i razmakom redova 1,5. Font treba biti Times New Roman veličine 12 (bilješke – fuznote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fuznoti s titulama, adresom i električnom adresom (E-mail). Stranice treba obrožati.

Opseg teksta članka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilozima, odnosno tablicama, grafikonima, slikama (crteži i fotografije) i kartama. Više od 15 stranica može se prihvati uz odobrenje urednika i recenzentata. Crteže, fotografije i karte treba priložiti u visokoj rezoluciji.

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mjesta gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

Pravila za citiranje literaturе:

Članak iz časopisa: Prezime, I., I. Prezime, 2005: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.–str., Grad

Članak iz zbornika skupa: Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, 2005: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.–str., Grad

Članak iz knjige: Prezime, I., 2005: Naslov članka ili poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.–str., Grad

Knjiga: Prezime, I., 2005: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

Disertacije i magistarski radovi: Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1,5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.–p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

Book article: Last name, F., 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p. City of publication

Book: Last name, F., 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F., 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb) (F. = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Habitus končaste vašingtonije. ■ Figure 1. California fan palm habit.



Slika 3. Peteljke su 1–1.5 (–2) m dugačke, s velikim zupcima duž rubova, na osnovi zelene. ■ Figure 3. Petioles are 1–1.5(–2) m long, with large teeth along margins; petiole bases are green.

Slika 2. Lisne ploje su okruglaste, 1–1.5 (–1.8) m dugačke i široke, duboko razdijeljene na preklopljene segmente; s rubova listova se odvajaju bijele niti. ■ Figure 2. Leaf blades are orbicular, 1–1.5(–1.8) m long and wide, deeply divided into single-fold segments; leaf margins have white fibers.



Slika 4. Plodovi su crni, elipsoidni, 8–10 mm dugački, u visećim metlicama; dozrijevaju tijekom jeseni, dugo ostaju. ■ Figure 4. Fruits are black, ellipsoid, 8–10 mm long, in pendulous clusters; maturing in autumn, long persistent.

9–10
2020

***Washingtonia filifera* (Linden ex André) H.Wendl. – končasta vašingtonija, kalifornijska vašingtonija, pustinjska vašingtonija, stogovača (Arecaceae)**

Washingtonia filifera je 12–15 (–20) m visoka palma, s jednom čvrstom, valjkastom stabljikom promjera 60–80 (–100) cm. U gustoj, kuglastoj rozeti na vrhu stabljike nalaze se brojni lepezasti listovi, s prevješenim vrhovima i nitima koje se odvajaju s rubova. Ispod živih listova na stabljici dugo ostaju gusto raspoređeni, viseći, mrtvi, suhi listovi. Cvjetovi su dvospolni, entomofilni, sitni, kremastobjijeli, skupljeni u višecvjetnim, do četiri metra dugačkim, visećim metlicama, koje se nalaze u pazušcima listova. Cvjetanje je tijekom ljeta. Plodovi su jednosjemene koštunice. Brzina rasta ove palme je umjerenog brza do brza. Končasta vašingtonija je prirodno rasprostranjena u SAD-u (jugozapadna Arizona i jugoistočna Kalifornija) i u Meksiku (Donja Kalifornija), gdje dolazi u pustinjskim oazama sa stalnim pristupom podzemnoj vodi. Najbolje uspijeva na izravnom svjetlu, u dobro propusnim, blago kiselim do alkaliniim tlima, bogatima hranjivima. Tolerantna je na tla siromašna hranjivima i na sušu. U područjima s mediteranskim klimom često je sađena palma velike ukasne vrijednosti. Končasta vašingtonija se uzgaja duž hrvatske jadranske obale.

***Washingtonia filifera* (Linden ex André) H.Wendl. – California Fan Palm (Arecaceae)**

Washingtonia filifera is a palm with solitary, stout, columnar stem, 60–80(–100) cm in diameter, 12–15(–20) m high. The stem is topped with a spherical rosette of numerous, fan-like leaves, with drooping leaf tips and marginal fibres. Below the living leaves the stem is densely covered with long-persistent, pendulous dead and dried leaves. Flowers are bisexual, entomophilous, small, yellowish-white, arranged in many-flowered, up to 4 m long, pendulous panicles, within the rosette of leaves. Flowering occurs in summer. Fruits are single-seeded drupes. It has a moderate to fast growth rate. California fan palm is native to the United States (southwestern Arizona, southeastern California) and Mexico (northern Baja California). It is associated with continuous supply of underground water, occurring in desert oases. It prefers exposure to full sun and well-drained, fertile, slightly acidic to highly alkaline soils. It tolerates poor soil and drought. It is of great ornamental value, commonly planted in Mediterranean climate areas. California fan palm is cultivated along the Croatian Adriatic coast.