



Универзитет у Београду
Шумарски факултет

SIMPOZIJUM PEJZAŽNA HORTIKULTURA 2023

Zdravlje biljaka- zdravlje ljudi

Zbornik radova XX Simpozijuma iz oblasti pejzažne hortikulture

Simpozijum:
Pejzažna hortikultura 2023
"ZDRAVLJE BILJAKA - ZDRAVLJE LJUDI"

Mesto i datum održavanja:
Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet Beograd
09. i 10. februar 2023. godine

Izdavači:
UNIVERZITET U BEOGRADU - ŠUMARSKI FAKULTET i
UDRUŽENJE ZA PEJZAŽNU HORTIKULTURU SRBIJE - UPHS

Uz podršku:
Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije

Urednik: prof. dr. Milka Glavendekić, dr Dragana Skočajić

Tehnički urednik: dr Dragana Čavlović

Dizajn korica: dr Dragana Čavlović

Autor fotografije na koricama: dr Luka Bajić

Tiraž: 20 primeraka

Godina izdavanja 2023.

Štampa: Rival copy d.o.o., Batajnica - Zemun

ISBN: 978-86-916397-8-5

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

635.9(082)(0.034.2)
712(082)(0.034.2)

СИМПОЗИЈУМ са међународним учешћем Пејзажна хортикултура "Здравље биљака - здравље људи"
(20 ; 2023 ; Београд)

Zbornik radova [Elektronski izvor] / Simpozijum sa međunarodnim učešćem Pejzažna hortikultura 2023
"Zdravlje biljaka - zdravlje ljudi", Beograd 09-10. februar 2023. godine ; [urednik Milka Glavendekić, Dragana Skočajić]. - Beograd : Univerzitet, Šumarski fakultet : Udruženje za pejzažnu hortikulturu Srbije - UPHS, 2023
(Zemun : Rival copy). - 1 USB fleš memorija ; 1 x 1 x 4 cm

Sistemske zahteve: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Radovi na srp., engl. i hrv. jeziku.
- "Zbornik radova XX Simpozijuma iz oblasti pejzažne hortikulture" --> kolofon. - Tiraž 20. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz većinu radova. - Summaries.

ISBN 978-86-916397-8-5 (UPHS)

a) Хортикултура -- Зборници б) Пејзажна архитектура -- Зборници

COBISS.SR-ID 109622537

UNIVERZITET U BEOGRADU – ŠUMARSKI FAKULTET
UDRUŽENJE ZA PEJZAŽNU HORTIKULTURU SRBIJE

Simpozijum sa međunarodnim učešćem
PEJZAŽNA HORTIKULTURA 2023
“Zdravlje biljaka-zdravlje ljudi “

Zbornik radova

Beograd, 09 - 10. februar 2023. godine
Simpozijum sa međunarodnim učešćem
Pejzažna hortikultura 2023
“ZDRAVLJE BILJAKA-ZDRAVLJE LJUDI “

Mesto i datum održavanja:

Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet Beograd
09-10. februar 2023. godine



УДРУЖЕЊЕ ЗА ПЕЈЗАЖНУ ХОРТИКУЛТУРУ СРБИЈЕ
ASSOCIATION FOR LANDSCAPE HORTICULTURE OF SERBIA

Кнежа Вишеслава 1, 11030 Београд, Србија, тел 011 3553-990-869, факс 011 3553-990-869, e-mail: info@pejz.org.rs, www.pejz.org.rs



Simpozijum sa međunarodnim učešćem:
Pejzažna hortikultura 2023
"ZDRAVLJE BILJAKA - ZDRAVLJE LJUDI"

Naučni odbor Simpozijuma: prof. dr Milka Glavendekić, prof. dr Dragica Obratov-Petković, prof. dr Jelena Tomićević-Dubljević, prof. dr Vesna Golubović-Čurguz, Dr. Anna María Pálsdóttir, prof. dr Olivera Petrović - Obradović, dr Ivana Bjedov, vanr. prof., dr Danijela Đunisijević-Bojović, vanr. prof., dr Ivana Živojinović, vanr. prof., dr Milica Fotirić-Akšić, vanr. prof., dr Jelena Lazarević, naučni saradnik

Organizacioni odbor Simpozijuma: dr Marija Marković, vanr. prof., dr Dragana Skočajić, vanr. prof., dr Marija Nešić, vanr. prof., dr Dragana Čavlović, naučni saradnik, Jovana Majović, mas. inž, Vladimir Milutinović, dipl. inž.pejz.arh., Jovan Sremčević dipl. inž.šum., Nada Bukejlović, dipl. inž.pejz.arh., Milena Trmčić, student master studija

Poštovani članovi UPHS, kolegice i kolege,

Naučni i organizacioni odbor Simpozijuma **Pejzažna hortikultura 2023 "ZDRAVLJE BILJAKA - ZDRAVLJE LJUDI"** doneo je odluku da se posle dve godine, ovaj jubilarni, dvadeseti naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem, organizuje na Šumarskom fakultetu u uobičajenoj formi **09. i 10. februara 2023. godine**. Ujedno, uz pomoć kolega iz Centra za informacione tehnologije Šumarskog fakulteta, predavači i slušaoci imaju mogućnost da se u rad Simpozijuma uključe i u "on line" formi putem izabrane platforme.

Kroz teme koje se bave zdravljem biljaka i njihovim uticajem na zdravlje ljudi, kroz ekološki aspekt, integralnu zaštitu ukrasnih biljaka u rasadničkoj proizvodnji i na elementima zelene infrastrukture, negovanjem drveća u oblasti arborikultura, pokušali smo da okupimo stručnjake zadužene za negovanje i zaštitu biljaka u urbanim sredinama, profesore srednjih stručnih škola, proizvođače sadnog materijala ukrasnih biljaka, pejzažne arhitekte, dizajnere i predstavnike lokalnih samouprava zadužene za upravljanje zelenom infrastrukturom. Poseban segment predavanja odnosiće se na povezanost zdravih biljaka i zdravlja ljudi u širem kontekstu koji obuhvata teme hortikulture terapije i direktnog uticaja biljaka na zdravlje ljudi, preko problema koje donose invazivne vrste biljaka, do sve direktnijih problema zagađenja životne sredine. U ime Upravnog odbora Udruženja za pejzažnu hortikulturu Srbije (UPHS), Naučni i Organizacionog odbora Simpozijuma Pejzažna hortikultura 2023. godine, kao i Uprave Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta, pozivamo Vas da učestvujete na dvadesetom **Simpozijumu**

Cilj nam je, kao i uvek do sada, da program zadovolji interesovanja i potrebe što većeg broja članova UPHS i drugih stručnjaka, učesnika Simpozijuma. Na kraju prvog dana, na predviđenoj Skupštini UPHS analiziraće se rad Udruženja u prethodnoj godini kroz rad sekcija za proizvodnju i integralnu zaštitu ukrasnih biljaka i arborikulturu i sprovesti izbor novih članova Upravnog Odbora koji će voditi rad UPHS u narednim godinama.

Nadamo se da ćete naći interesa da učestvujete na jubilarnom, dvadesetom Simpozijumu Pejzažna hortikultura 2023 lično, i/ili uputite stručnjake iz preduzeća/ustanova da nam se pridruže i time doprinesu stalnoj obuci kadrova koji rade u oblasti pejzažne arhitekture i hortikulture.

PREDSEDNIK UPHS
dr Dragana Skočajić

...PRVIH 20 GODINA...

Osnivanjem Udruženja za Pejzažnu hortikulturu Srbije UPHS, sad već, davne 2004. godine ostvarena je ideja da se u okrilje zajedničkog delovanja različitih oblasti Pejzažne arhitekture i hortikulture, zadrži i osnaži mesto rasadničarske proizvodnje, kao i nege i zaštite ukrasnih biljaka. Nestranačko i nevladino udruženje stručnog, profesionalnog i društvenog karaktera, koje je osnovano na neodređeno vreme, okupilo je u prvo vreme vlasnike registrovanih rasadnika i drugih proizvođača ukrasnih biljaka, zajedno sa profesorima i saradnicima sa Katedre za pejzažnu hortikulturu. Vreme koje je okupilo prve osnivače UPHS, dr Olgu Mijanović, Đuru Kiša, dr Karolja Karaseka, Momčila Gajića, Gruju Milovanovića, Milenka Josipovića, Milana Topalovića, dr Mihaila Grbića, dr Milku Glavendekić, dr Tanju Milijašević, Dragana Skočajić, dr Petra Boškovića, Anu i Savu Bošnjak, Tamaša Jenovca, Ivicu Ševara, Mirka i Zorana Sremčevića, Dragana Gajića Uču, Šiljegovčane, Ljubu Čabrića, Baneta Civića, Žiću, Jugu, Tineta..., Dragana Sajića, Dragana Đorđević, Srdana Radanova i mnoge druge, obeležile su ideje prvog predsednika UPHS, redovnog profesora dr Mihaila Grbića. Sa idejom da se rasadničari okupljaju, druže, zajednički putuju, prave organizovane razmene dobrog duha i raspoloženja u tim prvim godinama rada, pokrenute su važne inicijative na osnovu kojih se Udruženje dalje razvijalo. Započelo se sa organizovanjem stručno naučnih seminara, Berze cveća i opreme, posetama međunarodnim sajmovima (Essen, Mađarska, Italija...) kao i posetama rasadnicima u zemlji i inostranstvu. Period koji sledi (od 2008 do 2018. godine) obeležen je velikim entuzijazmom i radom sledećeg predsednika Udruženja, prof. dr Milke Glavendekić. Važnost celoživotnog obrazovanja primenjen na svim poljima, kao i iniciranje da se u rad više uključe obrazovne ustanove (srednje stručne škole, drugi Univerziteti i Instituti,...) i javna preduzeća, formirali su se kao sledeći pravac delovanja UPHS. Uspešno se, bez prekida, organizuju stručni seminari koji vremenom dobijaju i formu naučnih Simpozijuma. Udruženje uz veliku inicijativu članova Upravnog odbora UPHS - prof. dr Milke Glavendekić, Milana Topalovića, Mirjane Milić, Vere Vuković Bojanović, Milene Stamenić i Nemanje Topalovića, Jovane Majović, postaje ravnopravni član dva međunarodna strukovna udruženja: Evropskog udruženja rasadničara (ENA) i Evropskog društva za arborikulturu (EAC). Članovi udruženja se aktivno uključuju u međunarodne obuke, a unapređuje se i nivo organizacije simpozijuma Pejzažne hortikulture Srbije u saradnji sa Šumarskim fakultetom u Beogradu. U razmenu znanja, svake godine se uključuju i stručnjaci iz inostranstva, čime stručni skupovi dobijaju formu skupa sa međunarodnim učešćem. Poslednjih pet godina, struktura članova Udruženja se menja, kako generacijski tako i u interesovanjima. Članovi Katedre za pejzažnu hortikulturu se, u većem broju, vrlo aktivno uključuju u naučno stručno napredovanje rada Udruženja. S druge strane, naslednici osnivača UPHS tradiciju poziva, imena i napretka kojima je uspeh zagarantovan samo uz generaciju koja će porodični posao nastaviti, uz zahteve novih vremena, pronalaze sebe u širenju tržišta, boljem marketingu i inovacijama. Već sa značajnim iskustvom tu su Neša Učin, Stefan, Jovan i Nemanja Topalović, Jelena i Ceca Civić, Anđelija Bojanović, Jovan Sremčević, Zoki Tinetov, Ivica Jugin, Kata Žićina, Dragana (Đorđević) Milojković, Isidora (Sajić) Rašić, Dragana (Manojlović) Maček i dr. U dovoljno zrelih godinama da oseti vrednost i važnost druženja i zajedništva članova Udruženja pre 20 godina, a pozdravljajući energiju i ideje mlađih generacija, dr Dragana Skočajić poslednjih pet godina zastupa interese UPHS. Na osnovama koje su postavili svi zajedno, uz dobre namere članova Upravnog odbora Zokija Sremčevića, Dragana Đorđevića, Milke Glumac, Jovane Majović, Ivana

Petrovića, Sofije Blažin, Svetlane Kuzmanov, Olje Milosavljević, Nade Bukejlović, Zorice Bajić, Dragana Sajića i Vlade Milutinovića Udruženje će, bez sumnje nastaviti uspešan put u sledeću dekadu. Da li će se kretati putanjom spajanja možda nekih raskinutih veza na savremen način, praćenjem svetskih trendova kroz dalje međunarodne aktivnosti ili angažovanjem mladih, energičnih članova koji će umeti da "hvataju korak sa vremenom", pokazaće dani ispred nas.

...SREĆNO U NOVIH 20 KOJE SLEDE...

SADRŽAJ

Predavanja po pozivu i saopštenja

ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA ZDRAVLJE BILJAKA.....	1
NEW COMPLEX DISEASE OF HOLM OAK IN CROATIA CAUSING ACUTE OAK DECLINE, AND RISK OF SPREAD TO CONTINENTAL FORESTS.....	2
<i>Milan Pernek, Marta Kovač</i>	
SEIRIDIUM CARDINALE - NOVI PATOGEN NA UKRASNIM BILJKAMA ČEMPRESA U SRBIJI	4
<i>Milenković Ivan, Radulović Zlatan, Golubović Čurguz Vesna, Jovanović Dušan, Karadžić Dragan</i>	
MIKROBIOM I ZDRAVLJE BILJAKA	8
<i>Jelena Lazarević</i>	
NEUBIČAJENE POPULACIJE MEDITERANSKOG POTKORNJAKA U HRVATSKOJ – PRIMJER RJEŠAVANJA PROBLEMA U PARK ŠUMI MARJAN U SPLITU	19
<i>Milan Pernek</i>	
PROBLEMI I FITOSANITARNI RIZICI U PROIZVODNJI I NJEZI SADNOG MATERIJALA UKRASNOG BILJA U CRNOJ GORI	21
<i>Bogoljub Kandić</i>	
STANJE I MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA PALMINOG SURLAŠA <i>RHYNCHOPHORUS</i> <i>FERRUGINEUS</i> U CRNOJ GORI	37
<i>Bogoljub Kandić</i>	
<i>Phytophthora ramorum</i> – PRISUSTVO I STATUS U SRBIJI	40
<i>Mira Vojvodić, Isidora Knežević, Miljan Grkinić, Aleksandra Bulajić</i>	
KARANTINSKE VRSTE NEMATODA NA UKRASNOM BILJU	50
<i>Jasmina Bačić, Miloš Pavlović</i>	
LISNE BUVE (HEMIPTERA: PSYLLOIDEA) UKRASNIH BILJAKA.....	64
<i>Dušanka Jerinić-Prodanović</i>	
NOVI RIZIK ZA ZDRAVLJE JASENA – MASOVNA POJAVA <i>NEOCLYTUS ACUMINATUS</i> (F.) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE).....	66
<i>Milka Glavendekić, Darko Ivković, Ivan Rajčić</i>	
AGROHOMEOPATHY – AS A CONCEPT IN ORGANIC HORTICULTURE FOR THE CONTROL OF STRESSES AND PLANT PESTS.....	78
<i>Milica Fotirić Akšić, Mekjell Meland</i>	

PRIMENA RAZLIČITIH TEHNIKA DALJINSKE DETEKCIJE U MONITORINGU VEGETATIVNOG STANJA URBANOG ZELENILA	93
<i>Isidora Simović, Bojana Ivošević</i>	
TRADICIONALNI GENOTIPOVI JABUKE IZ ZAPADNE SRBIJE - EVALUACIJA KVALITETA I SENZORIČKIH KARAKTERISTIKA	108
<i>Ivana Radović, Aleksandar Radović, Slađana Savić, Milena Marjanović, Zorica Jovanović</i>	
UTICAJ BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI	122
RESEARCH ON HORTICULTURE THERAPY: EXPERIENCE OF ALNARP REHABILITATION GARDEN, SWEDEN.....	123
<i>Anna María Pálsdóttir</i>	
DEVELOPMENT OF FOREST WELLNESS IN SERBIA	125
<i>Gorana Isailović, Emilija Lipovšek, Gordana Pešalj, Zorica Zarić</i>	
CENTAR ŠUMSKOG VELNESA - SPECIJALNI REZERVAT PRIRODE OBEDSKA BARA: KUPANJE U ŠUMSKOM VAZDUHU	135
<i>Ivana Lozjanin</i>	
BENEFITI PRIMENE HORTIKULTURNE TERAPIJE NA PROSTORU ARBORETUMA ŠUMARSKOG FAKULTETA ZA OSOBE SA SMETNJAMA U RAZVOJU OPŠTINE ČUKARICA	138
<i>Dragana Skočajić, Sandra Petrović, Miroslava Živanović, Tamara Muić Jovetić, Vladimir Milutinović</i>	
NEGATIVAN UTICAJ INVAZIVNIH BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI.....	157
<i>Dragica Obratov-Petković, Ivana Bjedov, Marija Nešić</i>	
DOPRINOS PRIRODNIH BILJNIH ZAJEDNICA POBOLJŠANOM ZDRAVLJU I BLAGOSTANJU LJUDI.....	169
<i>Dragana Čavlović, Ivana Bjedov</i>	
OD TRADICIJE DO ZDRAVLJA: HEMIJSKA KARAKTERIZACIJA I BIOLOŠKA AKTIVNOST ODABRANIH LEKOVITIH BILJAKA.....	183
<i>Dejan Stojković</i>	
INTERAKCIJE BILJAKA I ABIOTIČKIH STRESNIH FAKTORA	192
UTVRĐIVANJE EKOLOŠKIH ODGOVORA <i>IRIS PUMILA</i> NA GLOBALNO ZAGREVANJE .	193
<i>Katarina Hočevar, Ana Vuleta, Sanja Manitašević Jovanović</i>	
POTENCIJAL LINEARNE I GEOMETRIJSKE MORFOMETRIJE U BIOMONITORINGU – PRIMER ASIMETRIJE CVETA	207
<i>Nataša Barišić Klisarić</i>	

UTICAJ ABIOTIČKOG STRESA NA RANO RAZVIĆE DRVENASTIH VRSTA	211
<i>Golubović Ćurguz V. & Djunisijević Bojović D.</i>	
TOLERANTNOST NA SUŠU KLONOVA <i>SALIX</i> 'SW INGER', <i>SALIX</i> 'ESTER' I <i>SALIX</i> 'WILHELM' U ENERGETSKOM ZASADU PD RB „KOLUBARA“	214
<i>Danijela Đunisijević-Bojović, Dragana Skočajić, Nataša Barišić Klisarić, Vladimir Popović</i>	
PRIMENA OPTIČKIH NEDESTRUKTIVNIH METODA ZA DETEKCIJU STRESA KOD BILJAKA	217
<i>Katarina M. Miletić, Bečko V. Kasalica, Marija M. Petković-Benazzouz, Dejan A. Jeremić, Danijela M. Đunisijević-Bojović, Marijana Milutinović, Slobodan D. Milanović</i>	
DIZAJN I IZGRADNJA ZELENE INFRASTRUKTURE U FUNKCIJI ZDRAVLJA KORISNIKA	229
KO OBLIKUJE ZDRAVE GRADOVE? PRILOG KRITIČKOM RAZMIŠLJANJU O PEJZAŽNOM OBLIKOVANJU GRADA BEOGRADA	230
<i>Nevena Vasiljević, Sandra Mitrović</i>	
KONCEPT PEJZAŽNO ARHITEKTONSKOG UREĐENJA CENTRA ZA RANI RAZVOJ DECE I INKLUZIJU	248
<i>Danijela Sparić</i>	
STAZAMA SRPSKIH KRALJEVA PARK U BANJI KOVILJAČI	257
<i>Branko Milošević</i>	
OBLIKOVANJE VIRTUELNOG OKRUŽENJA SA MODELIMA BIODIZAJNA U HORTIKULTURNOJ TERAPIJI.....	276
<i>Biljana Jović i Anđela Stanojević</i>	
KIŠNE BAŠTE (BIORETENZIJE) KAO TEHNIKA ODRŽIVOG UPRAVLJANJA ATMOSFERSKIM VODAMA	288
<i>Nadežda Stojanović</i>	
KA ZDRAVOJ I FUNKCIONALNOJ ZELENOJ POVRŠINI: DIZAJN I PLAN ZASNIVANJA TRAVNJAKA	299
<i>Nenad Stavretović</i>	
ODRŽAVANJE PEŠČANIH PREPREKA (BANKERI) NA GOLF TERENIMA	311
<i>Jelena Maletić, Jovana Petrović, Nevenka Galečić, Nenad Stavretović</i>	
KASETNI ZELENI KROVOVI ZA ZDRAV GRAD	321
<i>Ljiljana Tubić, Dejan Lazić, Nikola Petrović</i>	



УДРУЖЕЊЕ ЗА ПЕЈЗАЖНУ ХОРТИКУЛТУРУ СРБИЈЕ
ASSOCIATION FOR LANDSCAPE HORTICULTURE OF SERBIA
Кнез Висеслава 1, 11030 Београд, Србија, тел 011 3553-990/869 Е-пошта: Udruga@aphs.rs



XX SIMPOZIJUM Pejzažna hortikultura Srbije 2023 “ZDRAVLJE BILJAKA – ZDRAVLJE LJUDI”

08:00 – 08:45 Registracija učesnika, **PRVI DAN: 09.02.2023. godina**

08:45 – 09:00	Uvodna reč: XX Simpozijum Pejzažna hortikultura 2023	Dragana Skočajić, predsednik UPHS
	Otvaranje Simpozijuma	predstavnik Uprave Šumarskog fakulteta

PRVIH DVADESET GODINA CELOŽIVOTNOG OBRAZOVANJA I RADA UPHS	Predsedavajući: Milka Glavendekić i Dragana Skočajić
---	--

09:00 – 09:20	Dvadeset godina celoživotnog obrazovanja iz oblasti pejzažne arhitekture i hortikulture u Srbiji	Milka Glavendekić, Milan Topalović
---------------	--	------------------------------------

09:20 – 09:40	Dvadeset godina Udruženja za pejzažnu hortikulturu Srbije	Dragana Skočajić, Jovan Topalović, Zoran Sremčević
---------------	--	---

ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA ZDRAVLJE BILJAKA	Moderatori: Milka Glavendekić i Jelena Lazarević
---	--

09:40 – 09:55	20 godina Hrvatske udruge za arborikulturu	Milan Pernek
---------------	---	--------------

09:55 – 10:20	Prezentacija o opremi za negovanje drveća	Slobodan Vukčević
---------------	--	-------------------

10:20 – 10:35	Nova kompleksna bolest u Hrvatskoj uzročnik akutnog odumiranja hrasta crnike i opasnost širenja na kontinentalne šume	Milan Pernek, Marta Kovač
---------------	--	---------------------------

10:35 – 10:50	<i>Seiridium cardinale</i> - novi patogen na ukrasnim biljkama čempresa u Srbiji	Ivan Milenković, Zlatan Radulović, Vesna Golubović Čurguz, Dušan Jovanović, Dragan Karadžić
---------------	--	---

10:50 – 11:05 *Diskusija*

11:05 – 11:35 **Pauza**

**ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE
BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA
ZDRAVLJE BILJAKA**

Moderatori: Milka Glavendekić i
Jelena Lazarević

11:35 – 11:50	Mikrobiom i zdravlje biljaka Neuobičajene populacije mediteranskog potkornjaka u	Jelena Lazarević
11:50 – 12:05	Hrvatskoj – primjer rješavanja problema u Park šumi Marjan u Splitu	Milan Pernek
12:05 – 12:20	Problemi i fitosanitarni rizici u proizvodnji i njezi sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori	Bogoljub Kandić
12:20 – 12:35	Stanje i mogućnosti suzbijanja palminog surlaša <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> u Crnoj Gori	Bogoljub Kandić
12:35 – 12:50	<i>Phytophthora ramorum</i> – prisustvo i status u Srbiji	Mira Vojvodić, Isidora Knežević, Miljan Grkinić, Aleksandra Bulajić
12:50 – 13:05	Karantinske vrste nematoda na ukrasnom bilju	Jasmina Bačić, Miloš Pavlović
13:05 – 13:20	Lisne buve (Hemiptera: Psylloidea) ukrasnih biljaka	Dušanka Jerinić-Prodanović
13:20 – 13:35	Novi rizik za zdravlje jasena – masovna pojava <i>Neoclytus acuminatus</i> (Coleoptera: Cerambycidae)	Milka Glavendekić, Darko Ivković, Ivan Rajčić
13:35 – 13:50	<i>Diskusija</i>	
13:50 – 15:00	Pauza za ručak	

ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA ZDRAVLJE BILJAKA		Moderatori: Milka Glavendekić i Jelena Lazarević
15:00 – 15:15	Agrohomeopathy – a concept in organic horticulture for control of stresses and pests [Agrohomeopatija – kao koncept u organskoj hortikulturi za redukovanje stresa i štetočina biljaka]	Milica Fotirić Akšić, Mekjell Meland
15:15 – 15:30	Primena različitih tehnika daljinske detekcije u monitoringu vegetativnog stanja urbanog zelenila	Isidora Simović, Bojana Ivošević
15:30 – 15:45	Tradicionalni genotipovi jabuke iz zapadne Srbije - evaluacija kvaliteta i senzornih karakteristika	Ivana Radović, Aleksandar Radović, Slađana Savić, Milena Marjanović, Zorica Jovanović
15:45 – 16:00	<i>Diskusija</i>	
16:00 – 16:15	Pauza	
AKTIVNOSTI UPHS I SKUPŠTINA		Moderator: Dragana Skočajić i Zoran Sremčević
16:15 – 16:30	Prikaz međunarodnih aktivnosti UPHS izveštaj ENA	Jovan Topalović
16:30 – 16:45	Prikaz posete Međunarodnom društvu za razmnožavanje biljaka (International Plant Propagator's Society - IPPS)	Jovan Sremčević
16:45 – 17:00	Prikaz posete rasadnicima u Belgiji	Vladimir Milutinović
17:00 – 17:45	SKUPŠTINA UPHS	Dragana Skočajić, Jovana Majović, Zorica Bajić



УДРУЖЕЊЕ ЗА ПЕЈЗАЖНУ ХОРТИКУЛТУРУ СРБИЈЕ
ASSOCIATION FOR LANDSCAPE HORTICULTURE OF SERBIA
Кнеза Висеслава 1, 11030 Београд, Србија, тел 011 3553-990/869 Кнеза Висеслава 1, 11030 Београд, Србија, тел 011 3553-990/869



XX SIMPOZIJUM Pejzažna hortikultura Srbije 2023 "ZDRAVLJE BILJAKA – ZDRAVLJE LJUDI"

08:45 – 09:00 Registracija učesnika, **DRUGI DAN: 10.02.2023. godina**

UTICAJ BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI		Moderatori: Jelena Tomićević Dubljević i Ivana Bjedov
09:00 – 09:15	Research on horticulture therapy: experience of Alnarp Rehabilitation Garden, Sweden [Proučavanja hortikulturene terapije: iskustva iz Rehabilitacionog Vrta u Alnarpu, Švedska]	Anna Maria Pálsdóttir
09:15 – 09:30	Razvoj šumskog velnesa u Srbiji	Gorana Isailović, Emilija Lipovšek, Gordana Pešalj, Zorica Zarić
09:30 – 09:45	Centar šumskog velnesa - Specijalni rezervat prirode Obedska bara: kupanje u šumskom vazduhu	Ivana Lozjanin
09:45 – 10:00	Benefiti primene hortikulturene terapije na prostoru Arboretuma Šumarskog fakulteta za osobe sa smetnjama u razvoju opštine Čukarica	Dragana Skočajić, Sandra Petrović, Miroslava Živanović, Tamara Muić Jovetić, Vladimir Milutinović
10:00 – 10:15	Negativan uticaj invazivnih biljaka na zdravlje ljudi	Dragica Obratov-Petković, Ivana Bjedov, Marija Nešić
10:15 – 10:30	Doprinos prirodnih biljnih zajednica boljem zdravlju i blagostanju ljudi	Dragana Čavlović, Ivana Bjedov
10:30 – 10:45	Od tradicije do zdravlja: hemijska karakterizacija i biološka aktivnost odabranih lekovitih biljaka	Dejan Stojković
10:45 – 11:00	<i>Diskusija</i>	
11:00 – 11:30	Pauza	

INTERAKCIJE BILJAKA I ABIOTIČKIH STRESNIH FAKTORA		Moderatori: Vesna Golubović Ćurguz i Danijela Đunisijević Bojović
11:30 – 11:45	Utvrđivanje ekoloških odgovora <i>Iris pumila</i> na globalno zagrevanje	Katarina Hočevar, Ana Vuleta, Sanja Manitašević Jovanović
11:45 – 12:00	Potencijal linearne i geometrijske morfometrije u biomonitoringu – primer asimetrije cveta	Nataša Barišić Klisarić
12:00 – 12:15	Uticaj abiotičkog stresa na rano razviće drvenastih vrsta	Vesna Golubović Ćurguz, Danijela Đunisijević - Bojović
12:15 – 12:30	Tolerantnost na sušu klonova <i>Salix</i> 'SW Inger', <i>Salix</i> 'Ester' i <i>Salix</i> 'Wilhelm' u energetsom zasadu PD RB „Kolubara“	Danijela Đunisijević-Bojović, Dragana Skočajić, Nataša Barišić Klisarić, Vladimir Popović
12:30 – 12:45	Primena optičkih nedestruktivnih metoda za detekciju stresa kod biljaka	Katarina Miletić, Bećko Kasalica, Marija Petković-Benazzouz, Dejan Jeremić, Danijela Đunisijević-Bojović, Marijana Milutinović, Slobodan Milanović
12:45 – 13:00	<i>Diskusija</i>	
13:00 – 13:15	Firma Vita Verde – prezentacija opreme za krovne vrtove, korenske barijere i usmerivače korena za sadnju u blizini podzemnih instalacija, moduli za sadnju na platoima i trgovima, podzemni ankeri, vreće za zalivanje	
13:15 – 14:00	Pauza za ručak	
DIZAJN I IZGRADNJA ZELENE INFRASTRUKTURE U FUNKCIJI ZDRAVLJA KORISNIKA		Moderator: Biljana Jović
14:00 – 14:15	Ko oblikuje zdrave gradove? Prilog kritičkom razmišljanju o pejzažnom oblikovanju grada Beograda	Nevena Vasiljević, Sandra Mitrović
14:15 – 14:30	Koncept pejzažno arhitektonskog uređenja Centra za rani razvoj dece i inkluziju	Danijela Sparić
14:30 – 14:45	Stazama srpskih kraljeva - park u Banji Koviljači	Branko Milošević
14:45 – 15:00	Oblikovanje virtuelnog okruženja sa modelima biodizajna u hortikulturnoj terapiji	Biljana Jović, Anđela Stanojević

15:00 – 15:15	Kišne bašte (bioretenzije) kao tehnika održivog upravljanja atmosferskim vodama	Nadežda Stojanović
15:15 – 15:30	Ka zdavoj i funkcionmalnoj zelenoj površini: dizajn i plan zasnivanja travnjaka	Nenad Stavretović
15:30 – 15:45	Održavanje pešćanih prepreka (Banker) na golf terenima	Jelena Maletić, Jovana Petrović, Nevenka Galečić, Nenad Stavretović
15:45 – 16:00	Kasetni zeleni krovovi za zdrav grad	Ljiljana Tubić, Dejan Lazić, Nikola Petrović
16:00 – 16:15	<i>Diskusija</i>	
16:45 – 17:00	Zaključci Simpozijuma	Milka Glavendekić

*ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE
BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA
ZDRAVLJE BILJAKA*

NEW COMPLEX DISEASE OF HOLM OAK IN CROATIA CAUSING ACUTE OAK DECLINE, AND RISK OF SPREAD TO CONTINENTAL FORESTS

Milan Pernek, Marta Kovač

Croatian Forest Research Institute, Division for Forest Protection and Game Management,
Cvjetno naselje 41, Jastrebarsko, Croatia
milanp@sumins.hr

Summary

Holm oak (*Quercus ilex* L.) is a native tree species widespread in the central-western Mediterranean region. These forests are under constant pressure from human activities, exploitation, and modification due to the spread of agriculture and urban areas (Rigo and Caudullo, 2016). Climate changes greatly impact Mediterranean oak forest ecosystems, making them more vulnerable and susceptible to a number of insect pests and pathogens (Battisti and Larsson, 2015; Pernek et al., 2019). Moreover, climate-driven physiological stress that weakens the trees and reduces their defences, can increase the infectivity rate of some pathogens (Diminić et al., 2019).

A polymicrobial disease that was recently discovered on holm oak trees on the island of Hvar in Croatia, shows typical symptoms like: dieback of the top of the tree crown, followed by appearance of longitudinal cracks in the bark and black tissue necrosis in the form of black necrosis under the bark. At a later stage, swollen lesions with exit holes of insects on tree stems appear, and after 3-4 years tree dies. The disease spreads from tree to tree, resulting in mass dieback. The disease is described as Acute Oak Decline (AOD) (Pernek et al. 2022), and the causes are linked to pathogenic bacteria *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinecans* and *Lonsdalea britannica*, and probably some fungi (i.e. *Cryphonectria radicalis* was identified). Usually, bacteria need vectors for spreading and while the jewel beetle *Agrilus biguttatus* Fab. (Coleoptera, Buprestidae) (Brown et al., 2017) is described as possible vector, on Hvar only two other jewel beetles have been found, *Agrilus sulcicollis* Lacord. and *A. olivicolor* Kiesw. (Pernek et al. 2022).

AOD has so far been described in the United Kingdom, Latvia, Spain, Iran and Switzerland. The risk of AOD transition to continental pedunculate oak and sessile oak forests is considered to be high. Unlike all previous AOD findings in the world up to now, pedunculate and sessile oak forests in Croatia are the only ones that have been exposed to constant attacks of oak lace bug, *Corythucha arcuata* Say (Hemiptera, Tingidae) for years.

The possible synergism of oak lace bug with AOD could be extremely dangerous. Laboratory testing of pathogens will be conducted to determine which oaks are susceptible and what level of protection will be needed to mitigate or stop the spread.

References:

- Battisti, A., Larsson, S., 2015. Climate change and insect distribution range, in: Björkman, C., Niemelä, P. (Eds), Climate change and insect pests. CABI, Wallingford, Oxfordshire, pp 1-15.
- Brown, N., M., Jeger, K., Kirk, D., Williams, X., Xu, M., Pautasso, S., Denman, 2017: Acute Oak Decline and *Agrilus biguttatus*: The Co-Occurrence of Stem Bleeding and D-Shaped Emergence Holes in Great Britain. *Forests*, 8: 87.
- De Rigo, D., Caudullo, G., 2016. *Quercus ilex* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, in: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. 152-153.
- Diminić, D., Kranjec Orlović, J., Lukić, I., Ježić, M., Ćurković Perica, M., Pernek, M., 2019. First report of charcoal disease of oak (*Biscogniauxia mediterranea*) on *Quercus* spp. in Croatia. *Plant Disease*. 103(10), 2687-2687.
- Pernek, M., Lacković, N., Lukić, I., Zorić, N., Matošević, D., 2019. Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia. *South-east European forestry*, 10(1), 19-27.
- Pernek, M., Kovač, M., Jukić, A., Dubravac, T., Lacković, N., Brady, C., 2022. Acute oak decline – new complex disease on holm oak (*Quercus ilex* L.). *Sumarski list* 9-10, 439-446.

SEIRIDIUM CARDINALE - NOVI PATOGEN NA UKRASNIM BILJKAMA ČEMPRESA U SRBIJI

Milenković Ivan^{1,2}, Radulović Zlatan³, Golubović Čurguz Vesna¹, Jovanović Dušan^{1,4},
Karadžić Dragan¹

¹Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, ²Phytophthora Research Centre,
Mendel University in Brno, Czech Republic,
Institut za Šumarstvo, Beograd, ⁴JP Srbijašume, ŠG „Rasina“ Kruševac
ivan.milenkovic@sfb.bg.ac.rs

Rezime

Čempres (*Cupressus sempervirens* L.) je vredna ukrasna biljka koja se, kao ni u većini Evropskih zemalja ne javlja prirodno u Srbiji (Jovanović 1971). Najbliža prirodna staništa čempresa su grčka ostrva Krit, Karpatos, Kos, Kalimnos, Rodos, Samos i Turska (Farjon & Filer 2013). Međutim, zbog velike estetske i ekološke vrednosti ova vrsta je intenzivno unošena u prošlosti tako da je naturalizovana u većem delu mediteranskog basena. U Srbiji se proizvodi u rasadnicima ili uvozi iz inostranstva i koristi kao ukrasna vrsta. Razvoj čempresa najviše ugrožava patogeni gljiva *Seiridium cardinale* (Wagener) Sutton & Gibson, koja nanosi ogromne ekološke i ekonomske štete u Kaliforniji i na Mediteranu (Danti & Della Rocca 2017). *Seiridium cardinale* je invazivna vrsta iz familije *Sporocadaceae* (Bonthond et al. 2018), a pored čempresa kao glavnog domaćina osetljive su i druge srodne vrste iz familije *Cupressaceae*. Propadanje čempresa primećeno je u jesen 2014. u urbanoj zoni Beograda. Nakon sprovedenih istraživanja, na osnovu jedinstvene kombinacije domaćina, simptoma, izgleda kolonije, plodonosnih tela i spora, identifikovana je patogena gljiva *S. cardinale*, što je bio i njen prvi nalaz u Srbiji (Milijašević 2003; Milenković et al. 2022). Glavni simptomi su uvenuće četina, dok su na deblu i granama prisutne rak rane uz obilan izliv smole. Plodonosna tela – acervule se javljaju na kori debla i grana, kao i na šišaricama. Acervule obrazuju brojne konidije specifičnog izgleda, koje su vretenaste, šestoćelijske (sa pet pregrada), gde su dve spoljašnje ćelije bezbojne, a četiri unutrašnje smeđe. Dimenzije konidija su 25 × 9 μm, a prisutni su i jedva primetni privesci. Kasnijim istraživanjima ova patogena gljiva je zabeležena i u drugim urbanim sredinama u Srbiji, gde je izazvala propadanje stabala različite starosti i dimenzija.

Seiridium cardinale je u Srbiju najverovatnije dospelo putem zaraženog sadnog materijala. Pored čempresa, ovaj patogen predstavlja veliki rizik za industriju rasadničke proizvodnje niskih četinara iz rodova *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Juniperus*, *Thuja* i

×*Cupressocyparis*, kao i za ukrasne zasade ovih vrsta. Uzimajući u obzir da su ove vrste široko zastupljene u rasadničkoj proizvodnji i na zelenim površinama u Srbiji, potrebno je sprovesti detaljni monitoring naših rasadnika i urbanih zelenih površina, kako bi se na vreme ustanovilo prisustvo patogene gljive *S. cardinale*.

Literatura

- Bonthond G., Sandoval-Denis M., Groenewald J.Z., Crous P.W. (2018): *Seiridium* (Sporocadaceae): an important genus of plant pathogenic fungi. *Persoonia*, 40: 96-118.
- Danti R., Della Rocca G. (2017): Epidemiological History of Cypress Canker Disease in Source and Invasion Sites. *Forests*, 8: 121. doi:10.3390/f8040121.
- Farjon A., Filer D. (2013): *An Atlas of the World's Conifers: An Analysis of Their Distribution, Biogeography, Diversity and Conservation Status*; Brill: Leiden, The Netherlands.
- Jovanović B. (1971): *Dendrologija sa Osnovima Fitocenologije*. II Neizmenjeno Izdanje. Beograd: Naučna knjiga, 1–576.
- Milenković I., Radulović Z., Karadžić D. (2022): First report of *Seiridium cardinale* on *Cupressus sempervirens* in Serbia. *Plant Protection Science* 58(4): 360-364.
- Milijašević T. (2003): The most frequent parasitic and saprophytic fungi on some species in the Fam. *Cupressaceae*. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 87: 161-173.

SEIRIDIUM CARDINALALE - A NEW PATHOGEN ON ORNAMENTAL CYPRESS PLANTS IN SERBIA

Milenković Ivan^{1,2}, Radulović Zlatan³, Golubović Ćurguz Vesna¹,
Jovanović Dušan^{1,4}, Karadžić Dragan¹

¹University of Belgrade-Faculty of Forestry, Belgrade, ²Phytophthora Research Centre, Mendel University in Brno, Czech Republic, Institute of Forestry, Belgrade, ⁴Public enterprise Srbijašume, „Rasina“ Kruševac
email: ivan.milenkovic@sfb.bg.ac.rs

Summary

Cypress (*Cupressus sempervirens* L.) is a valuable ornamental plant that, like in most European countries, does not occur naturally in Serbia (Jovanović 1971). The closest natural habitats of cypress are the Greek islands of Crete, Carpathos, Kos, Kalimnos, Rhodes, Samos and Turkey (Farjon & Filer 2013). However, due to its great aesthetic and ecological value, this species was intensively introduced in the past, so it was naturalized in most of the Mediterranean basin. In Serbia, it is produced in nurseries or imported from abroad and used as an ornamental species. The development of cypress is most threatened by the pathogenic fungus *Seiridium cardinale* (Wagener) Sutton & Gibson, which causes enormous ecological and economic damage in California and the Mediterranean (Danti & Della Rocca 2017). *Seiridium cardinale* is an invasive species from the family Sporocadaceae (Bonthond et al.), and in addition to cypress as the main host, other related species from the Cupressaceae family are also sensitive to it. Cypress decay was observed in the autumn of 2014 in the urban zone of Belgrade. After a conducted research, on the basis of a unique combination of the host, symptoms, and appearance of the colony, fruiting bodies and spores, the pathogenous fungi *S. cardinal* was identified, which was its first finding in Serbia (Milijašević 2003; Milenković et al. 2022). The main symptoms are withered needles, while on the trunk and branches there are canker wounds with an abundant outflow of resin. Fruiting bodies – acervuli occur on the bark of the trunk and branches, as well as on cones. Acervuli form a number of conidia of a specific appearance, which are spindle-shaped, six-cell (with five partitions), where two outer cells are colorless, and four inner cells are brown. The dimensions of the conidium are $25 \times 9 \mu\text{m}$, and barely noticeable pendants are also present.

Later research recorded this pathogenous fungi in other urban areas of Serbia, where it caused deterioration of stems of different ages and dimensions.

Seiridium cardinale was probably introduced to Serbia through infected planting stock. In addition to being a threat to cypress, this pathogen is a great threat to the industry of nursery production of small conifers from the genres *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Juniperus*, *Thuja* and *Cupressocyparis*, as well as for the ornamental plantings of these species. Taking into account that these species are widely represented in nursery production and on green spaces in Serbia, it is necessary to carry out detailed monitoring of our nurseries and urban green spaces, in order to recognize the presence of the pathogenic *S. cardinale* fungi in due time.

MIKROBIOM I ZDRAVLJE BILJAKA

Jelena Lazarević

*Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Centar za šumarstvo
ena.lazarevic@gmail.com*

Rezime

Miroorganizmi su od ključne važnosti za održanje života na Zemlji. Zdrave biljke, kao i životinje, obrazuju bliske veze i interakcije sa mikroorganizmima koje u velikoj mjeri utiču na poboljšanje njihove fiziološke funkcije i mogućnosti preživljavanja. Navodi se da mikroorganizmi imaju značajnu ulogu prvenstveno u poboljšanju rasta biljke, usvajanju hranljivih materija, toleranciji prema stresu i otpornosti prema patogenima. Zajednica između njih i biljaka, koje predstavljaju domaćine zajednicama mikroorganizama, naziva se mikrobiom. Njih čine gljive, bakterije i prabakterije, a odnosi koje pojedinačni članovi zajednice mikroorganizama izgrađuju prema biljci domaćinu mogu biti korisni, neutralni ili patogeni. Mikrobiomi se razlikuju u odnosu na biljne vrste i uslovljeni su genomom biljke domaćina, ali se razlikuju i između različitih individua iste vrste i / ili populacije. Mikroorganizmi, naseljavaju različita biljna tkiva, zauzimajući različite ekološke (i mikroekološke) niše, tako da razlikujemo mikrobiom u filosferi i mikrobiom u rizosferi. Savremena istraživanja usmerena su prema diverzitetu, dinamici i funkcijama mikroorganizama, kao i njihovih međusobnih interakcija, te u odnosu sa biljkama domaćinima. Istraživanja pokazuju da zajednice mikroorganizama razvijene na biljkama, utiču ne samo na zdravlje biljaka, već i na zdravlje ljudi.

Cilj ovog rada je da predstavi i ukaže na značaj i ulogu mikrobioma u zdravlju biljaka. Savremene tehnike molekularnih istraživanja koje se zasnivaju na determinaciji mikroorganizama na osnovu izdvajanja ukupne DNK iz biljnih tkiva omogućile su, a praćene naročito sekvenciranjem sledeće generacije (NGS) i značajno unapredile upoznavanje biljnog mikrobioma. Naročito je kompleksan mikrobiom šumskog ekosistema. Značajna su istraživanja mikrobioma gajenih biljaka (u poljoprivredi, šumarstvu, hortikulturi), gde se pokazalo da određeni načini gajenja biljaka utiču na poboljšanje mikrobioma, a razvijaju se i preporučuju različite tehnike inokulacije gajenih biljaka ciljanim mikroorganizmima, sve u cilju poboljšanja biljne proizvodnje.

U radu su predstavljene osnovne metode proučavanja diverziteta i sastava zajednica gljiva, a zajednice gljiva predstavljene su na primeru endemičnih borova u Crnoj Gori.

Uvod

Zdrave biljke, kao i životinje, obrazuju bliske veze i interakcije sa mikroorganizmima kao što su gljive i bakterije, prabakterije, protisti, nematode i virusi (Trivedi i sar., 2020). Ove zajednice nazivaju se *microbiota*, i odnose se na sve mikroorganizme koje možemo naći u određenoj životnoj sredini, ili ekološkoj niši. Termin *mikrobiom* odnosi se na zajednički genom mikroorganizama: predstavlja zbirku-kolekciju genoma svih ovih organizama. Razlikujemo takođe i termin *holobiom*, koji je označen kao suma svih genoma eukariotskog organizma i sastoji se od genoma biljke (ili drugog eukariotskog organizma) domaćina i mikrobioma - genoma zajednice mikroorganizama), te *holobiont* koji predstavlja zajednicu domaćina i mnogih drugih vrsta koje žive sa njim, na njemu, u njemu ili u njegovoj neposrednoj okolini, obrazujući određenu - specifičnu "ekološku jedinicu".

Navedena terminologija je značajna jer ukazuje na bliske veze između biljaka i mikroorganizama. Mikrobiomi se odlikuju velikim diverzitetom vrsta i strukturirani su. "Sastavljanje" zajednice predstavlja kompleksan ekološki proces koji se odvijao kroz zajedničku koevoluciju tokom milenijuma (Trivedi et al., 2020). U ovim zajednicama interakcije su brojne, a suština im je da utiču na međusobno poboljšanje fizioloških funkcija i mogućnosti preživljavanja. Navodi se da mikroorganizmi imaju značajnu ulogu prvenstveno u poboljšanju rasta biljke, usvajanju hranljivih materija, toleranciji prema stresu i otpornosti prema patogenima. Savremena istraživanja u medicini u humanoj mikrobiologiji veliku pažnju posvećuju istraživanju mikrobioma čoveka. I mikrobiom čoveka i mikrobiom biljaka se u današnje vreme intenzivno proučavaju, korišćenjem istih istraživačkih metoda i tehnologija, sa, možemo reći, veoma sličnim istraživačkim ciljevima i postavljenim pitanjima.

Mikrobiomi biljaka se razlikuju u odnosu na biljne vrste i uslovljeni su genomom biljke domaćina; na njih utiču starost (razvojna faza), zdravstveno stanje, vitalnost biljke, itd. Mikroorganizmi naseljavaju različita biljna tkiva, tako da razlikujemo mikrobiom u filosferi i u rizosferi, te epigene i endogene vrste mikroorganizama, u kojima dominiraju taksoni iz različitih funkcionalnih grupa. Nezavisno od toga gde i na kom biljnom organu se razvija, zajednica mikroorganizama je pod uticajem niza biotičkih i abiotičkih faktora, i reaguje na njihovu promenu. Mikrobiom korena i rizosfere razvija se pod uticajem

faktora zemljišta (pH, tip zemljišta, struktura, vlaga, organska materija, eksudati), dok su za mikrobiom nadzemnih delova biljke u filiosferi od najvećeg značaja klimatski faktori, prisustvo patogena i proizvodne prakse.

Mikrobiom biljke (ili drugog eukariotskog organizma) čine taksoni jezgra (biom jezgra) i satelitski taksoni (biom satelita). Ovo je važno imati u vidu da bi se bolje razumele funkcije, kao i "puferski kapacitet" mikrobioma- kao jedna od njegovih prepoznatljivih osobina, u odgovoru na različite uticaje životne sredine. Mikroorganizmi koji su usko povezani sa određenom biljnom vrstom ili genotipom, nezavisno od uslova zemljišta i klime, definišu se kao jezgro (engl. *core*) mikrobioma. On obuhvata ključne taksone ustanovljene selekcijom tokom evolucije vrsta, i sadrži gene koji su od suštinske važnosti za dobrobit (kvalitet života, *fitnes*) holobionta - biljke. Oni (mikrobni) taksoni koji su manje zastupljeni u zajednici, i na manjem broju lokaliteta su *satelitski*: bivaju zastupljeni u određenim geografskim područjima i/ili zavise od specifičnosti staništa. Značaj satelitskih taksona se sve više prepoznaje. Brojne studije upućuju na to da satelitski taksoni obavljaju kritične - ključne funkcije u ekosistemu (npr. smanjenje neželjenih invazija mikroorganizama u zemljištu, uticaj na produktivnost¹), koje često mogu biti nesrazmerne njihovoj zastupljenosti u zajednici. Različiti ekološki uzroci i procesi objašnjavaju dinamiku ovih taksona i potrebno ih je poznavati.

Zanimljivo je da savremena istraživanja ukazuju na to da mikrobiomi različitih sredina nisu izolovani, već su povezani i pokazuju međusobnu interakciju. Tako mikrobiom biljaka ima značajan uticaj na zdravlje čoveka, na taj način što utiče na:

1) mikrobiom probavnog sistema čoveka, koji se ostvaruje ishranom. Mikroorganizmi koje čovek unosi uglavnom preko sveže hrane biljnog porekla, mogu da imaju pozitivan uticaj na njegovo zdravlje (mada, prenošenjem patogena, mogu da izazovu zarazne bolesti);

2) mikrobiom našeg okruženja. Posebnu pažnju ovde privlače mikrobne zajednice u zatvorenom prostoru, u kome, smatra se, provodimo većinu svog života. Zatvoreni prostori kao što su kuće, zgrade, bolnice, čiste sobe i njihovi mikrobiomi - posebno su oblikovane ljudskim uticajem i mikrobima povezanim sa ljudima. Njihova mikrobna raznolikost je promenjena i delimično smanjena u poređenju sa spoljašnjim okruženjem, što olakšava dominantno razmnožavanje (širenje) određenih taksona (sojeva), što može negativno uticati na zdravlje ljudi. Ekstremni, ali upečatljiv primer su bolničke sredine. Istraživanja pokazuju da su one u velikoj meri kolonizovane mikrobima povezanim sa

¹ Pomenuti „puferski kapacitet“ odnosio bi se na satelitski mikrobiom

pacijentima. Kao posledica, mnogi od njih, posebno u jedinicama intenzivne nege, razvijaju bolničke tzv. „nozokomijalne infekcije“ koje otežavaju njihovu osnovnu tešku bolest, i nalaze se među vodećim uzrocima smrti u bolnicama u razvijenim zemljama. Istraživanja pokazuju da sobne biljke obezbeđuju mikrobnu raznovrsnost, što je “podrška” neophodna za stabilizaciju ekosistema zatvorenog prostora i jača njegovu otpornost prema biotičkim i abiotičkim stresorima. Sobne biljke utiču na poboljšanje kvaliteta vazduha u zatvorenom prostoru zbog sposobnosti filtriranja vazduha koje se obavlja preko lista, a takođe i zbog prisustva mikroba povezanih sa supstratom, korenom i listom, koje emituju u svoje okruženje. Neophodna su dalja istraživanja da bi se razumele zajednice mikroorganizama zatvorenog prostora; međutim, pokazalo se da prakse čišćenja i higijene koje se trenutno koriste u zatvorenim prostorima, posebno u bolnicama, često promovišu multirezistentne patogene umesto da podržavaju korisne, pa ih je potrebno ponovo razmotriti i promeniti (Berg i sar., 2014).

Mikrobiom šumskog ekosistema je naročito kompleksan (Baldrian, 2017). Među mikroorganizmima povezanim sa šumskim drvećem, najbrojnije i najznačajnije su gljive. U šumskim ekosistemima one učestvuju u primarnoj produkciji biomase, u procesima vezanim za kruženje ugljenika, hranljivih materija i vode. Istaknuta je uloga mikoriznih i saprotrofnih vrsta u ovim procesima. Patogene gljive ispoljavaju negativan efekat na zdravstveno stanje i porast domaćina, dok endofitne i epifitne gljive gljive podržavaju njegove ekološke adaptacije (npr. uticaj na dugovečnost lista, specifičnu lisnu površinu; nivo hranljivih materija u listu).

Proučavali smo gljive koje se javljaju u šumama endemičnih borova munike (*Pinus heldreichii* H. Crist) i molike (*P. peuce* Griseb.) u Crnoj Gori. Munika i molika grade šume u visokoplaninskom pojasu, na gornjoj granici; one se odlikuju velikim bogatstvom biodiverziteta, a imaju važnu zaštitnu funkciju za zemljište i vodu, kao i za ekosisteme na nižim nadmorskim visinama. Nema dovoljno podataka o ekologiji ovih vrsta, niti o njihovim šumskim zajednicama, a posebno ne o vrstama gljiva i mikrobiomu². Važno je istaći da su borovi mikorizne vrste drveća, koje se razvijaju isključivo u simbiozi sa mikorizim gljivama. Njihovo preživljavanje i prirodno obnavljanje zavisi od mikoriznih gljiva, što je naročito naglašeno na ekstremnim staništima- teškim terenima. U odvojenim istraživanjima, bavili smo se: 1) gljivama na korenu munike, sa posebnim fokusom na mikorizne vrste (Lazarević i Menkis, 2018); 2) zajednicama gljiva gljiva na četinama munike, sa posebnim fokusom na patogene (Lazarević i Menkis, 2020); 3) gljivama u šumama molike, na četinama, korenu i u zemljištu (Lazarević i sar. 2022).

² zajednica gljiva, unutar zajednice mikroorganizama, naziva se mikrobiom

Metode proučavanja mikrobioma (zajednica gljiva)

Savremene tehnike molekularnih istraživanja koje se zasnivaju na determinaciji mikroorganizama na osnovu izdvajanja ukupne DNK iz biljnih tkiva omogućile su, a praćene naročito sekvenciranjem sledeće generacije (NGS) i značajno unapredile upoznavanje mikrobioma biljaka.

Ranija proučavanja gljiva i bakterija prevashodno su se oslanjala na morfološke karakteristike ovih organizama i njihovu kultivaciju u laboratorijskim uslovima, što je pogodovalo proučavanju pojedinačnih i pojedinih mikroorganizama - članova zajednice. Razvojem molekularnih metoda istraživanja omogućena je identifikaciju mikroorganizama (a zatim sistematična i filogenetska istraživanja) na osnovu DNK, koja je izolovana direktno iz biljnih tkiva, zemljišta ili drugih adekvatnih sredina. Izolacija ukupne DNK iz biljnog tkiva praćena je amplifikacijom (*in vitro* umnožavanje definisanog fragmenta DNK³) u PCR reakciji, a potom sekvenciranjem. Sanger sekvenciranje omogućilo je identifikaciju pojedinačnih taksona gljiva u uzorcima ukupne DNK, izolovane direktno iz biljnih tkiva, i značajno proširilo naša znanja o vrstama gljiva koje se javljaju u određenim sredinama. Takođe, omogućilo je da se formiraju baze podataka, kolekcije sekvenci- i /ili banke gena. Ovom tehnologijom sekvenciraju se i amplikoni DNK dobijeni iz čistih kultura i/ili plodnih tela gljiva, a dobijene sekvence predstavljaju vredne podatke, unose tj. "referentne sekvence" u bankama gena, sa kojima poredimo sekvence dobijene iz uzoraka iz životne sredine (direktnom izolacijom DNK iz biljnog tkiva, zemljišta, vode,...)

Zajednice gljiva na korenu munike proučavane su na taj način što je izolacija DNK izvršena iz pojedinačnih, morfotipiziranih, vrhova korena (korenskih završetaka). Amplifikacija DNK izvršena je sa prajmerima specifičnim za gljive (ITS-1f) i univerzalnim prajmerom ITS4, a amplifikoni sekvencirani metodom Sanger (Lazarević i Menkis, 2018). Sekvence su analizirane upotrebom odgovarajućih softvera (SeqMan Pro version 12.0.0, BioEdit version 7.0.5.2) i identifikovane poređenjem sa referentnim sekvencama deponovanim u dostupnim bazama podataka GenBank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>.)

Savremene metode istraživanja, zasnovane na "omičnim" tehnologijama sledeće generacije, kao što je sekvenciranje visoke propusnosti⁴ (HTS), omogućile su i olakšale

³ razvijeni su univerzalni, kao i specifični prajmeri za odabrane vrste gljiva, a isto tako i bakterija. Za istraživanja bakterija i zajednica bakterija, radilo bi se po sličnim principima kao što je opisano u ovom poglavlju, uz upotrebu prajmera koji su razvijeni specifično za ovu grupu organizama.

⁴ Visoka propusnost u sekvenciranju se odnosi na količinu molekula DNK koja se čita u isto vreme. Tehnologije su sada sposobne da paralelno sekvenciraju mnoge fragmente DNK.

proučavanje mikrobioma, i primenjuju se između ostalog za proučavanje sastava, strukture i dinamike zajednice.

Ove metode primenjene su za proučavanje zajednica gljiva na četinama munike, zatim na četinama, korenu, u zemljištu molike, kao i u nekim drugim istraživanjima (npr. u zemljištu na požarištima munike). Jedno od ključnih koraka pri koncipiranju ovakvih istraživanja je da u zavisnosti od postavljenih istraživačkih pitanja i hipoteza, treba prilagoditi uzorkovanje. Za dobijanje relevantnih rezultata – ispravnih informacija o zajednicama gljiva iz biljnog materijala i zemljišta važno je ne samo pravilno uzorkovanje, već i priprema uzoraka iz kojih se vrši izolacija DNK, što se posebno planira za svako istraživanje.

Izolacija DNK vršena je iz uzoraka četina, korena ili zemljišta koje je prethodno liofilizirano i homogenizovano (oko 100 mg liofiliziranog zemljišta po uzorku, ili 200-300 mg liofiliziranog biljnog materijala po uzorku), primenom CTAB protokola ili komercijalnih kitova - za koren i četine, ili isključivo upotrebom komercijalnih kitova - za zemljište. Koncentracija DNK u svakom uzorku proveravana je spektrofotometrijski i podešavana (10 ng/ μ L) za amplifikaciju ITS2 rDNA regiona barkodiranim prajmerima gITS7 specifičnim za gljive, i univerzalnim barkodiranim ITS4 prajmerom. Uzorci poreklom iz istog substrata i sa istog lokaliteta amplifikovani su prajmerom sa istim barkodom (cilj je bio opisati zajednicu na datom lokalitetu, i na istom biljnom organu). PCR proizvod je analiziran gel elektroforezom, i prečišćavan. Prečišćen PCR proizvod je kvantifikovan fluorometrijski ili spektrofotometrijski, što je poslužilo za formiranje ekvimolarne mešavine svih PCR proizvoda (1 amplikon), koja je sekvencirana HTS tehnologijom, PacBio. Svako od ovih sekvenciranja daje nekoliko desetina hiljada sekvenci, koje se obrađuju odgovarajućim bioinformatičkim alatima (softverima) i grupišu prema sličnosti na uslovno rečeno taksone (operativne taksonomske jedinice OUT). Taksoni se identifikuju poređenjem dobijenih sekvenci sa sekvencama iz banki gena (GenBank, UNITE i sl). Kasnije se odgovarajuće statističke metode koriste za definisanje parametara koji opisuju strukturu zajednice (npr., Šanonov indeks diverziteta) a zajednice među sobom analiziraju i porede u zavisnosti od faktora spoljašnje sredine ili slično (npr PCA) (Lazarević i Menkis 2020, Lazarević i sar., 2022).

Zajednice gljiva na endemičnim borovima u Crnoj Gori

Diverzitet gljiva koje se javljaju na korenu munike predstavljao je prvo istraživanje zajednica gljiva koje je obavljeno molekularnim metodama. Poseban akcenat u ovom istraživanju bio je na ektomikoriznim vrstama. Identifikacija vrsta obavljena je na osnovu

DNK koja je izolovana iz pojedinačnih ektomikoriznih, korenskih vrhova domaćina. Analizom 70 uzoraka korena sa dva lokaliteta, izdvojeno je 489 korenskih vrhova (3-16 po uzorku), iz kojih je izvršena izolacija DNK. Amplifikovan je ITS1 region, koji je sekvenciran Sanger metodom. Nakon obrade 431 kvalitetne sekvence, ustanovljeno je prisustvo 147 različitih taksona gljiva (od toga su 53,7% *Ascomycota*, 42,8% *Basidiomycota* i 3,4% *Mortierellomycotina*), koje naseljavaju koren munike u različitim stanišnim uslovima. Pokazalo se da je diverzitet gljiva veliki i da uslovi staništa utiču na sastav i brojnost populacija u zajednicama gljiva. Najčešće zastupljene vrste ektomikoriznih gljiva u pionirskoj zajednici munike na većim nadmorskim visinama, jače eksponom terenima i oskudno razvijenom zemljištu (siparu) su *Wilcoxina rehmii*, *Rhizopogon* sp., *Tomentella fuscocinerea*, *Suillus collinitus*, *Amphinema* sp. i *Sebacina* sp., dok su u klimatogenoj šumi munike, na nižoj nadmorskoj visini, na dobro formiranom zemljištu na visoravni, na korenu munike najčešće zastupljene vrste *Lactarius sanguifluus*, *Tricholoma terreum*, *Amphinema* sp., *Tomentella* sp., kao i *Tuber rufum*. Ova saznanja mogu biti od velikog značaja za obnovu (restauraciju) šuma munike, ali i drugih vrsta četinara na marginalnim staništima (Lazarević i Menkis, 2018).

Istraživali smo zatim diverzitet i sastav zajednica gljiva koje se javljaju na četinama munike, sa posebnim fokusom na patogene. Da bi ispitali uticaj uslova spoljašnje sredine na diverzitet i sastav zajednice gljiva, četine su prikupljene na 6 lokaliteta iz 4 planinska područja u Crnoj Gori, koji se odlikuju različitim stanišnim uslovima. Na svakom lokalitetu odabrano je po 5 stabala, sa kojih je sakupljeno po 5 uzoraka (25 po lokalitetu, ukupno 150). Izolacija DNK izvršena je iz 2-4 godine starih četina munike. Za amplifikaciju ITS2 regiona rDNK korišćeni su barkodirani prajmeri i BioPak sekvenciranje visoke propusnosti (HTS).

Sekvenciranjem smo dobili 31.831 sekvenci visokog kvaliteta, za koje je utvrđeno da predstavljaju 375 taksona gljiva (od toga su 78,7% *Ascomycota*, 21,0% *Basidiomycota* i 0,2% *Mortierellomycotina*). Najzastupljeniji taksoni su: *Lophodermium pinastri* (12,5% svih sekvenci dobrog kvaliteta), *L. conigenum* (10,9%), *Sidowia polispora* (8,8%), *Cyclaneusma niveum* (5,5%), Unidentified sp. 2814_1 (5,4%) i *Phaeosphaeria punctiformis* (4,4%). Sastav zajednice varirao je između lokaliteta: izdvajaju se dva lokaliteta na većim nadmorskim visinama, sa oskudno razvijenim zemljištem (teški uslovi staništa) od tri lokaliteta na nižim nadmorskim visinama i na bolje razvijenom zemljištu (umereniji stanišni uslovi), što upućuje na to da su uslovi životne sredine među glavnim faktorima koji određuju zajednice gljiva na četinama munike. Na jednom od lokaliteta intenzivno je sušenje četina usled napadnuta potkornjaka (*Scolytinae*, *Tomicus*), što je uticalo na strukturu zajednice

gljiva. Istraživanja su pokazala da su patogeni čine značajnu komponentu zajednica gljiva u ekosferi munike, naročito na stablima pod jakim abiotičkim i biotičkim stresom (Lazarević i Menkis, 2020).

Sa ciljem da se predstavi mikrobiom molike (raznovrsnost i sastav zajednica), istraživanja su izvršena u tri karakteristične i veće sastojine molike u masivu Prokletija, razvijene na različitim zemljištima, pri čemu su istovremeno sakupljeni uzorci četina (odrasla stabla, na 2 m visine), korena (mlada stabla/ponik u neposrednoj blizini) i zemljišta. Uzorci su sakupljeni sa 30 stabala po lokalitetu, na međusobnom rastojanju od min 50 m (30 uzoraka od svakog substrata, po lokalitetu, ukupno 270). Izolacija DNK izvršena je iz ovogodišnjih i četina iz prethodne vegetacije; uzoraka korena i okolnog zemljišta. Za amplifikaciju ITS2 regiona rDNK korišćeni su barkodirani prajmeri i BioPak sekvenciranje visoke propusnosti (HTS).

Sekvenciranjem smo dobili 23 394 sekvenci visokog kvaliteta, za koje je utvrđeno da predstavljaju 825 taksona gljiva (od toga su 52,5% *Ascomycota*, 43,9 % *Basidiomycota* i 3,6 % *Mucoromycotina*. Opisano je 230 taksona gljiva koje se javljaju isključivo u zemljištu, 118 u korenu i 113 u četinama, 370 taksona zastupljeno je i u korenu i u zemljištu; 23 taksona javlja se u zemljištu i na četinama, 18 taksona na korenu i na četinama, dok je samo 8 taksona je bilo zajedničko za sva tri substrata. Najzastupljenije gljive u korenovima su *Rhizopogon mohelensis* (11,0%), *Suillus sibiricus* (8,4%) i *R. fallax* (6,9%), u zemljištu – *Phlebiopsis gigantea* (5,1%), *Tylospora asterophora* (2,9%) i *Sollicocossima terricola* (2,7%), a u iglicama – *Dothideomycetes* sp. 3360_7 (17,6%), *Dothideomycetes* sp. 3360_10 (10,7%), i *Leotiomycetes* sp. 3360_16 (6,5%). Istraživanje je pokazalo da funkcionalna tkiva korena i četina, kao i zemljište u šumama molike naseljava veliki broj taksona gljiva. Zajednice gljiva u korenu i zemljištu u velikoj meri su određene uslovima sredine, kao što su svojstva zemljišta i karakteristike šumskih sastojina. U ovom, kao i prethodnim istraživanjima prepoznate su i komentarisane ključne vrste u zajednici, njihova uloga i značaj (Lazarević i sar., 2022). Dobijeni rezultati proširili su naša znanja. Od značaja su posebno podaci o ekologiji i rasprostranjenju mikoriznih gljiva, koje su naročito važne za preživljavanje i prirodno obnavljanje endemičnih borova na visokoplaninskim staništima, kao i o patogenima.

Buduće perspektive istraživanja i upotreba stečenih znanja

Čovek sve više prepoznaje značaj mikrobioma za rast i vitalnost biljaka, te njihovu i otpornost na stres u šumama i prirodnim ekosistemima, kao i u ekstenzivnoj i intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji. Mikrobiom biljaka značajan je za zdravlje ljudi.

U ovom radu predstavljena su istraživanja mikrobioma šumskog drveća. Međutim, intenzivna su i brojna istraživanja diverziteta i funkcija mikrobioma brojnih poljoprivrednih kultura, u različitim sistemima proizvodnje. Opisani su, i i dalje se istražuju, mikrobiomi krompira, kukuruza, vinove loze, povrtarskih kultura, itd (Compant et al. 2019). Istraživači naročito naglašavaju njihov značaj za održanje poljoprivredne proizvodnje u budućnosti, usled pretpostavljenih klimatskih promena. Pod pretnjom klimatskim promenama, ova istraživanja su sve brojnija. Smatra se da inokulacija mikroorganizmima može da poboljša osobine biljaka, te da će imati naročiti značaj za gajene biljke. Pokazalo se da dosadašnje inokulacije u laboratorijskim uslovima i u zaštićenom prostoru (kao što je staklenik) daju dobre rezultate, dok je na otvorenim poljima njihov učinak slab. Za postizanje boljih rezultata inokulacije mikroorganizmima u polju preporučuje se 1) kreiranje "pametnih mikrobnih konzorcijuma"; 2) izbor poljoprivrednih praksi koje favorizuju mikrobiom sa korisnim funkcijama i/ili 3) novi pristup u oplemenjivanju biljaka, koji u obzir uzima i osobine mikrobioma.

"Mikrobni konzorcijum" je savremeni koncept koji se tek razvija. "Mikrobni konzorcijum" treba da predstavljaju kombinaciju mikroorganizama sa različitim osobinama, takvim da se oni međusobno dopunjavaju i omogućavaju ispoljavanje različitih funkcija, koje imaju uticaja na poboljšanje rasta biljaka i kontrolu patogena. Mikrobni konzorcijumi mogu takođe da sadrže taksone koji imaju iste funkcije i način delovanja, ali su tolerantni prema različitim uslovima životne sredine ili biljnim genotipovima. Istraživanja na vinovoj lozi, krompiru, paradajzu i kukuruzu pokazale su da kombinacije mikroba perspektivne- imaju potencijal da podstiču rast, u poređenju sa inokulacijom pojedinačnim taksonima (Compant i sar., 2019). Takođe, mešavina endofitnih gljiva pokazala je potencijal za kontrolu folijarnih patogena u šumarstvu.

Buduća istraživanja treba da pokažu kako inokulirane vrste moduliraju postojeći mikrobiom, kako postojeći mikrobiom i biljka utiču na aktivnost inokuliranog taksona ili konzorcijuma mikroorganizama, zatim kako oni kolonizuju biljku i njeno okruženje u polju, itd. Kriterijumi koje treba uzeti u obzir prilikom odabira mikroorganizama za inokulaciju i/ili formiranje konzorcijuma su: 1) da li je on pogodan da kolonizuje ciljanu biljnu vrstu, genotip ili organ/tkivo; 2) da li može da ispolji željenu funkciju u okolini koja ga prima; 3) kakva je njegova njegova kompetitivna sposobnost, i u kojoj dozi, kada je unet u postojeću zajednicu mikroorganizama; 4) koja formulacija mikroorganizama će omogućiti uspešnu inokulaciju- primenu, i garantovati da određena doza inokulanta dospeva na željeno mesto primene, kao i 4a) rok trajanja formulacije. Fiziološka aktivnost domaćina u vreme primene takođe imaju uticaja na kompetitivnu sposobnost inokulanta!

Literatura

- Baldrian P. (2017). Forest microbiome: diversity, complexity and dynamics. FEMS Microbiol Rev. 2017 Mar 1;41(2):109-130. doi: 10.1093/femsre/fuw040. PMID: 27856492.
- Berg, G., Mahnert, A., Moissl-Eichinger C. (2014) Beneficial effects of plant-associated microbes on indoor microbiomes and human health? Front. Microbiol., 29, Vol 5. | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00015>
- Compant S., Samad A., Faist H., Sessitsch A. (2019).
- A review on the plant microbiome: Ecology, functions, and emerging trends in microbial application, Journal of Advanced Research, vol 19 (29-37), <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.03.004>.
- (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123219300700>)
- Lazarević J., Menkis A. (2018). *Fungi inhabiting fine roots of Pinus heldreichii in the Montenegrin montane forests*, Symbiosis 74, 189-197, DOI 10.1007_s13199-017-0504-5
- Lazarević J., Menkis A. (2020). Fungal Diversity in the Phyllosphere of *Pinus heldreichii* H. Christ—An Endemic and High-Altitude Pine of the Mediterranean Region, Diversity 2020,12, 172; doi:10.3390/d12050172
- Lazarević J., Topalović A., Menkis A. (2022): "Patterns of fungal diversity in needles, rootlets and soil of endemic *Pinus peuce*", Baltic Forestry 2022 28(1): 58 DOI: <https://doi.org/10.46490/BF58>
- Trivedi, P., Leach, J.E., Tringe, S.G. *et al.* (2020). Plant–microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nat Rev Microbiol* **18**, 607–621 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0412-1>

MICROBIOM AND PLANT HEALTH

Jelena Lazarević

*University of Montenegro, Biotechnical faculty
ena.lazarevic@gmail.com*

Summary

Microorganisms are of crucial importance for sustaining life on Earth. Healthy plants, as well as animals, develop close relationships and interactions with microorganisms that greatly influence the improvement of their physiological function, fitness and survival. Microorganisms confer fitness advantages to the plant host primarily in growth promotion, nutrient uptake, stress tolerance and resistance to pathogens. The microbiome is the community of microorganisms hosted by plant, and include fungi, bacteria and protobacteria. The members of plant microbiome comprise beneficial, neutral or pathogenic microorganisms. Microbiomes differ between plant species and are conditioned by the genome of the host plant, but also could differ between individuals of the same species and/or population. Microorganisms inhabit different plant tissues, occupying different ecological (and microecological) niches, in the phyllosphere, rhizosphere, etc. Contemporary research is directed towards the diversity, dynamics and functions of microorganisms, as well as their mutual interactions and the relationship with host plants. Studies shows that communities of microorganisms developed on plants affect not only plant fitness, but also human health.

The aim of this paper is to present and point out the importance and role of the microbiome in plant health. Contemporary techniques of molecular research enabled determination of microorganisms based on the extraction of total DNA from plant tissues, and broadened our knowledge on microbe diversity and ecology. Microbiome research are especially accelerated with development of next-generation sequencing (NGS) techniques. The microbiome of the forest ecosystem is particularly complex. The study of the microbiome of cultivated plants (in agriculture, forestry, horticulture) is gaining importance, and it shown that microbiome improvement may be achieved by appropriate agro-management practices. Inoculation with targeted microbiota members can improve plant traits and production, too.

The paper presents basic methods of studying the diversity and composition of fungal communities, which were presented on the example of endemic pines in Montenegro

NEUBIČAJENE POPULACIJE MEDITERANSKOG POTKORNJAKA U HRVATSKOJ – PRIMJER RJEŠAVANJA PROBLEMA U PARK ŠUMI MARJAN U SPLITU

Milan Pernek

Croatian Forest Research Institute, Division for Forest Protection and Game Management,
Cvjetno naselje 41, Jastrebarsko, Croatia
milanp@sumins.hr

Rezime

Ulančavanje nepovoljnih čimbenika, klimatske promjene i ekstremna suša povezana sa sekundarnim napadom potkornjaka, determinirani su 2017. godine kao uzrok početnog sušenja šume alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) u Hrvatskoj (Pernek et al. 2019). Uslijedio je nagli porast populacije mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* Woll. (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae), koji u takvim uvjetima postaje primaran štetnik, a populacija ulazi u tzv. progradaciju kada obično dolazi do sušenja većeg broja stabala i propadanja šume. U 2017. godini je utvrđeno da se osušilo oko 7.500 stabala borova što predstavlja 13 % svih stabala na Marjanu, a najvećim dijelom sušila su se stabla oko 60 godina starosti. Znanstvena istraživanja do tada poznatog potkornjaka, ali nepoznatog štetnika, otvorilo su mnoga pitanja. Istraživanja su rezultirala Akcijskim planom, koji i danas služi kao smjernica u šumarstvu Hrvatske (akt „Mjere integrirane zaštite šuma za sprječavanje širenja i suzbijanja štetnog organizma *Orthotomicus erosus* Woll. – mediteranski potkornjak“ donesen 2018. godine).

Postavljene su feromonske klopke za praćenje populacije (monitoring) te su korištene insekticidne mreže za sprječavanje izlaska potkornjaka iz zaraženog materijala. Godine 2019. je postavljen velik broj (60 komada) feromonskih klopki na terenu u svrhu utvrđivanja najoptimalniji feromona, klopki i izvedbi te su dane nove preporuke. Istraživana je i mogućnosti izlova (implozija) uz pomoć velikog broja feromonskih klopki koje međutim nisu pokazale dobre rezultate. Monitoringom je utvrđeno kako je broj generacija mediteranskog potkornjaka mnogo veći nego je poznato u literaturi s tog područja i iznosi 5-6 generacija godišnje (Pernek et al. 2020). Uz to utvrđen je značaj gljiva iz porodice Ophiostomataceae, od čega 39 dobivenih izolata pripada rodu *Ophiostoma*, sa najčešćom vrstom *Ophiostoma ips* (57%) koja zajedno sa potkornjakom slama obranu stabala (Kovač et al. 2022). Iste godine počinje primjena Akcijskog plana te se obavlja sječa zaraženih stabala, kojih je u međuvremenu 40% svih stabala alepskog bora. Nakon sječa, već u 2020. godini broj napadnutih stabala pada, ali se pojavljuju novi sušci koji su vezani

uz jačanje borovog srčikara (*Tomicus destruens* Woll.). Srčikar je privremeno stvorio sugradaciju zbog brojnih oštećenja nastale sječom. Količina sušaca u 2020. godini iznosila je 6%, a slijedi velik i kontinuirani pad u 2021. (2%) i 2022. kada je količina sušaca iznosila svega 0,8%. Zaključeno je kako je mediteranski potkornjak ušao u latencu.

Akcijski plan odnosno planska intervencija u znatnijoj je mjeri pozitivno utjecala na negativan trend populacije potkornjaka. Poučeni primjerima sa Marjana zaključak je da se progradacija mediteranskog potkornjaka sličnih razmjera može ponoviti u bilo koje vrijeme i bilo gdje na Mediteranu, a najnoviji primjer gradacije na otoku Šolti u 2022. godini, to i potvrđuje. Niz intervencija u Dalmaciji sukladno Akcijskom planu, pokazao je da su preventivne mjere djelotvorne, ali ih treba shvatiti vrlo ozbiljno i konzekventno ih provoditi.

Literatura

- Kovač, M., Rigling, D., Pernek, M. 2022. Ophiostomatales Associated with Mediterranean Pine Engraver, *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) in Dalmatia, Croatia. J. Fungi 2022, 8, 788.
- Pernek, M., Lacković, N., Lukić, I., Zorić, N., Matošević, D. 2019. Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia. South-east European forestry, 10(1), 19-27.
- Pernek, M., Kovač, M., Lacković, N. 2020. Testiranje biološke učinkovitosti feromona i klopki za ulov mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae). Šumarski list, 7-8, 339-350.

PROBLEMI I FITOSANITARNI RIZICI U PROIZVODNJI I NJEZI SADNOG MATERIJALA UKRASNOG BILJA U CRNOJ GORI

Bogoljub Kandić

Centrometal doo, CentroGarden, Podgorica, Crna Gora

bogoljub.kandic@gmail.com

Rezime

Realne potrebe za ozelenjavanjem, usled visokog stepena urbanizacije u Crnoj Gori poslednjih godina su u nagloj ekspanziji. Crna Gora iako teritorijalno mala država, klimatski je veoma heterogena što prouzrokuje potrebe za velikim brojem biljnih vrsta na malom prostoru. Proizvodnja sadnog materijala ukrasnog bilja, shodno crnogorskim potrebama i mogućnostima, većinom se obavlja u zatvorenim prostorima (visoki tuneli i plastenici) kada su u pitanju cvijeće, perene, ukrasno šibljje i otvorenom polju (četinari, listopadni i zimzeleni lišćari, palme). Stroga zakonska regulativa u vidu zakona o zdravstvenoj zaštiti bilja, koja je usklađena sa EU regulativama, diktira visoke standarde kvaliteta sadnog materijala koji se mogu plasirati na crnogorskom tržištu. Stoga gotovo sva odgovornost je na samim proizvođačima sadnog materijala ukrasnog bilja, odnosno odgovornim licima u proizvodnji, kako sa aspekta zdravstvenog stanja tako i standardna kvaliteta. U jednom veoma specifičnom klimatu kakav je crnogorski gdje se preklapa veliki broj različitih klimatskih zona, integralni pristup u zaštiti bilja nosi sa sobom velike izazove. Proizvodnja sadnog materijala saksijskog bilja često se obavlja u čistoj prirodnoj zemlji kao medijumu za sadnju, koju proizvođači nabavljaju u prirodnom okruženju. Bez upotrebe gotovih supstrata, adekvatnih fizičko-hemijskih karakteristika u zavisnosti od biljne vrste u procesu proizvodnje dolazi do smanjenog razvoja korjenovog sistema, pojave velikog broja zemljišnih patogena i veoma čestih fiziopatija kod biljaka. Klimatski činioci u Crnoj Gori utiču veoma često stimulativno na razvoj bolesti u epifitotičnim razmjerama. Neke od njih poput različitih vrsta pepelnica svake godine se javljaju u visokom intenzitetu i utiču na kvalitet sadnog materijala, dok pojedine bakterioze ugrožavaju kompletnu proizvodnju pojedinih biljnih vrsta. Bakterioze i viroze su sve veći problem u rasadničarskoj proizvodnji Crne Gore.

Visok stepen uvoza sadnog materijala doprinosi sve većem širenju pojedinih štetočina, poput potkornjaka sa jako izraženom polifagnošću. Bijela leptirasta vaš i tripsi kod proizvodnje u plastenicima u Crnoj Gori, razvijaju veliki broj generacija i otežavaju

proizvodnju tokom čitave godine. Fitosanitarnim propisima nije regulisana kontrola korova u supstratu, te stoga korovska flora postaje sve bogatija. Odgovornost lica zaduženih za integralnu zaštitu bilja, kontrolu kvaliteta biljaka u rasadniku u Crnoj Gori je višestruka, jer je neophodno pravilno sistematizovati sve proizvodne procese uz poznavanje bioloških karakteristika kako same biljne vrste tako i biologije patogena. Sve „kraća“ lista dozvoljenih aktivnih materija za upotrebu u poljoprivrednoj proizvodnji, a naročito hortikulturi je dodatni problem. Kako bi se unaprijedila proizvodnja sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori, neophodno je dodatno usavršavanje kadrova. Formiranje mini laboratorija unutar samih rasadnika, veća upotreba lovnih zamki, feromonskih klopki, po uzoru na rasadnike u EU, jesu neke od osnovnih predispozicija za bolju i lakšu proizvodnju, a samim tim kontrolu zdravstvenog stanja bilja.

Ključne riječi: sadni materijal, ukrasno bilje, zaštita bilja, Crna Gora, fitosanitarni rizici, bolesti, štetočine

Uvod

Poslednjih nekoliko decenija, ubrzanom industrijalizacijom uz značajan porast brojnosti populacije, svjedoci smo sve većih klimatskih promjena. Jedan od činilaca koji u značajnoj mjeri doprinosi klimatskim promjenama jeste visok stepen urbanizacije. Za ublažavanje klimatskih promjena od velikog značaja je prvenstveno očuvanje prirodnih šumskih postojbina. Šume često bivaju ugrožene negativnim dejstvom različitih patogena i štetočina. Stoga, rad na očuvanju šumskih ekosistema treba da je u fokusu pažnje današnjeg savremenog čovjeka. Visokim stepenom urbanizacije, koji je praćen sve češće megalomanskim arhitekturnim i građevinskim zdanjima, izgradnjom modernih saobraćajnica utiče se direktno na postojanje biljnog svijeta. Smanjenju negativnih efekata urbanizacije značajan doprinos daju hortikultura i pejzažna arhitektura. U praksi, sve više je prisutan termin ozelenjavanje, pod kojim se podrazumijeva niz aktivnosti u cilju oplemenjivanja prostora. Kako na globalnom nivou, tako i u Crnoj Gori postoje različiti pristupi u ozelenjavanju. Međutim, usled nedostatka većih zemljišnih površina, danas u Crnoj Gori su sve više prisutna inovativna rešenja u pejzažnoj arhitekturi, što se posebno odnosi na crnogorsko primorje. Rešenja su prilagođena mediteranskom ambijentu, ali i modernim građevinama urbanih sredina i savremenom načinu života. Na crnogorskom primorju su sve više prisutna integrisana rešenja ozelenjavanja krovova, zidova i drugih urbanih cjelina. Ozelenjavanje balkona predstavlja moderan trend, koji je pravu ekspanziju doživio u toku tzv. „kovid perioda“, a nastavljen i nakon njega. Visok stepen modernizacije objekata, izgradnja luksuznih vila i rezorta, diktira potražnju za biljnim

vrstama u Crnoj Gori. Poseban osvrt treba dati i na potražnji biljnih vrsta, izrazito velikih dimenzija (visina, perimetar, starost), koja se bazira na finansijskim kapacitetima investitora. Ozelenjavanjem prostora, suštinski se definiše izgled, ali i kvalitet prostora u kom živimo. Unapređenjem kvaliteta našeg životnog ambijenta ozelenjavanjem, a kroz multiplikaciju istog, mijenja se izgled jednog čitavog regiona u čemu proizvođači sadnog materijala ukrasnog bilja imaju značajnu ulogu.

Rasadnici ukrasnog bilja u Crnoj Gori, treba da odgovore na veoma visoke zahtjeve investitora sa aspekta traženih biljnih vrsta, dimenzija istih kao i kvaliteta sadnog materijala, kojim se želi sprovesti uređenje prostora. Proizvođački kapaciteti sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori su veoma mali, naročito u dijelu sve više traženog mediteranskog ukrasnog bilja i lišćara. Nedostatak proizvođačkih kapaciteta se ogleda u nedostatku strukturno adekvatnog tla za proizvodnju ukrasnog bilja i malim proizvodnim parcelama. Jedan od značajnijih problema ozbiljne proizvodnje sadnog materijala jeste i visoka cijena zemljišta u zonama gdje mikroklimat i kvalitet tla odgovaraju traženim biljnim vrstama. Nasuprot tome postojanje parcela gdje se može organizovati proizvodnja sadnog materijala ne korespondira kupovnoj moći stanovništva i njihovoj zainteresovanosti za samo ozelenjavanje tj. pejzažno uređenje. Shodno svim navedenim problemima koji uzrokuju visoke proizvodne troškove, a samim tim i visoku cijenu sadnog materijala, odsustvom direktnih mjera podrške u proizvodnji sadnog materijala ukrasnog bilja od strane države, veliki dio potreba za sadnim materijalom ukrasnog bilja, obezbeđuje se iz uvoza. Crna Gora iako teritorijalno jako mala, klimatski je veoma heterogena zemlja, te dijapazon biljnih vrsta koje se koriste u procesu ozelenjavanja je izrazito širok. Od tropskih biljaka na pojedinim mikrolokalitetima crnogorskog primorja, preko mediteranskih i kontinentalnih biljnih vrsta pa sve do određenih četinara namijenjenih većim nadmorskim visinama, jesu realne potrebe Crne Gore za sadnim materijalom ukrasnog bilja. Kao država pristupna članica Evropskoj Uniji, Crna Gora je uskladila gotovo u potpunosti svoje zakonodavstvo sa EU regulativama, pri čemu postoje izvjesne olakšice u trgovini sadnim materijalom sa zemljama potpisnicma CEFTA sporazuma. Zakonom o sadnom materijalu ukrasnog bilja definisana su osnovna načela, od procesa proizvodnje do plasmana na tržištu. Ovom zakonskom regulativom kao i nizom pravilnika, naredbi i uredbi, koje se odnose na karantinski štetne organizme, sva odgovornost je na proizvođačima sadnog materijala odnosno odgovornim licima u procesu proizvodnje.

Kada je u pitanju proizvodnja sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori, prema dostupnim podacima javne uprave, trenutno je registrovano 39 rasadnika. Od ukupnog broja registrovanih rasadnika 52% su rasadnici koji se bave proizvodnjom sezonskog cvijeća, dok 48% su rasadnici tzv. mješovitog tipa. Rasadnici mješovitog tipa se bave proizvodnjom sadnog materijala perena, šiblja, šumskog bilja, četinara, listopadnih i zimzelenih lišćara, sukulentnih biljaka itd. Osim navedenih zvanično registrovanih rasadnika, koji redovno podliježu stručnom zdravstvenom nadzoru relevantnih institucija, postoji određeni broj manjih proizvođača koji se bave proizvodnjom sadnog materijala na porodičnim gazdinstvima. Takav vid proizvodnje i upotreba tog sadnog materijala u procesu ozelenjavanja veoma često biva problematična sa aspekta zdravstvenog stanja bilja, osobito kada su u pitanju patogeni zemljišta. Kako bi se nadomjestili veliki nedostaci u dostupnosti sadnog materijala uvoz u Crnoj Gori je na izrazito visokom nivou. O tome u prilog svjedoči i veliki broj registrovanih uvoznika ukrasnog bilja od čega je određeni broj registrovan kako za uvoz tako i za proizvodnju sadnog materijala. Rasadnički sistemi unutar kojih se obavlja proizvodnja kao i uvoz, a samim tim i dalja njega importovanog sadnog materijala su veoma specifični sa aspekta očuvanja zdravstvenog stanja bilja. Samim uvozom, uprkos strogim kontrolama, često se introdukuju neki patogeni ili štetočine kao i određene korovske vrste, te je potreban visok nivo znanja i odgovornosti lica za zdravstvenu zaštitu bilja. Nerijetko prilikom uvoza sadnog materijala ukrasnog bilja, vizuelnim pregledom ili daljom laboratorijskom dijagnostikom, ustanovi se prisustvo određenih patogena prouzrokovaca bolesti ili štetnih insekatskih vrsta, iako tu pošiljku prati uredno izdat fitosertifikat kojim se garantuje zdravstvena ispravnost sadnog materijala, izdat od strane zemlje izvoznice. Odgovornost, znanje i sistematičan pristup odgovornih lica u rasadnicima su jedini preduslov da se može pokušati spriječiti unošenje i širenje štetnih organizama unutar samog rasadnika. Sprovođenje higijenskih, mehaničkih ili hemijskih mjera zaštite dok su biljke još uvijek van sistema rasadnika, jeste prva aktivnost koja se sprovodi zarad očuvanja zdravstvenog stanja bilja u rasadniku. Nerijetko, unutar rasadničkih sistema, inficirani sadni materijal mora biti uništen, kako bi se spriječilo dalje širenje patogena, a to su odluke koje na bazi znanja i stečenih iskustava, odgovorno lice u rasadniku mora bezrezervno donijeti.

Idejna rešenja u pejzažnoj arhitekturi crnogorskog primorja imaju nezaobilazne elemente kakva su stara stabla maslina i citrusa. Međutim, stari primjerci pomenutih biljnih vrsta imaju poseban rizik sa aspekta zdravstvenog stanja, a veoma često bivaju i nosioci različitih patogena i štetočina. Rizik se odnosi prvenstveno na viroze kod citrusa

gdje je u fokusu sprečavanje unošenja i širenja virusa tristeze citrusa (CTV) kojim bi se ugrozila crnogorska proizvodnja ovog voća i fitopatogene bakterije *Xylella fastidiosa* kod maslina koja parazitira veliki broj biljnih vrsta, uključujući neke od vitalnog značaja za Crnu Goru kakve su masline i vinova loza. Osim navedenih biljnih vrsta *Xylella fastidiosa* ugrozila bi i crnogorsku proizvodnju sadnog materijala osjetljivih vrsta ukrasnog bilja, te se prilikom uvoza sprovode prvenstveno snažne administrativne mjere, a zatim i opsežna laboratorijska (molekularna) dijagnostika na uzorcima prikupljenim sa importovanih biljaka, tokom redovnog inspekcijskog pregleda.

U proizvodnji sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori najveći problem predstavlja veći broj tzv. zemljišnih i sudovnih patogena koji pripadaju različitim rodovima: *Fusarium spp.*, *Verticilium spp.*, *Phytophthora spp.* Prisustvo patogena iz navedenih rodova u procesu proizvodnje, osobito kod klijanaca ili jako mladih biljaka dovodi do propadanja u velikom obimu, prouzrokujući značajne štete u proizvodnji. Neki od navedenih patogena često se mogu javiti i na starijim biljkama gdje dovode do propadanja čitave biljke ili značajnog gubitka u kvalitetu. Ovaj problem je posebno izražen u onim rasadnicima gdje se kao medijum za sjetvu ili sadnju, ne koriste adekvatni supstrati, već se proizvodnja bazira na upotrebi čiste (prirodne) zemlje. Međutim u procesu proizvodnje sadnog materijala ukrasnog bilja kao potencijalan problem, kojim bi se trebalo značajnije pozabaviti jesu patogeni iz roda *Phytophthora* spp. Posebno je značajno zbog velikih gubitaka u rasadnicima kada je u pitanju proizvodnja biljnih vrsta *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata*, *Lavandula allardi*. Naglo propadanje lavande je posebno izraženo tokom ljetnjih mjeseci, a na biljkama se može veoma jasno uočiti trulež korjenovog sistema. U procesu zdravstvenog nadzora fokus je samo na patogenoj vrsti *Phytophthora ramorum*, koja je otkrivena sredinom 1990-ih uzrokujući propadanje hrasta (*Quercus agrifolia*) u Kaliforniji. Poznato je da parazitira više od 100 biljnih vrsta, uključujući neke ekonomski veoma značajne rasadničke i šumske biljne vrste (Everhart et al., 2014). Redovnim zdravstvenim kontrolama crnogorskih relevantnih institucija podliježu najosjetljivije biljne vrste koje se proizvode u Crnoj Gori kao što su: *Arbutus unedo*, *Camellia japonica*, *Magnolia spp.*, *Taxus baccata*, *Photinia fraseri* RED ROBIN, *Rhododendron spp.*, *Viburnum spp.* U proizvodnji sadnog materijala biljnih vrsta domaćina *Phytophthora ramorum* veoma je značajno voditi računa o higijenskim mjerama i upotrebi čistog sterilnog supstrata. Poseban fokus u Crnoj Gori treba da bude na biljnoj vrsti *Viburnum lucidum*, koja veoma često pokazuje folijarne simptome nalik onima koje prouzrokuje fitopatogena gljiva *Phytophthora ramorum*. Upotreba brzih seroloških testova za identifikaciju patogena, od strane odgovornih lica u proizvodnji sadnog materijala u

rasadnicima, zasigurno bi ubrzala dijagnostičke procedure i dala veći napredak u borbi protiv potencijalnog širenja *Phytophthora ramorum*.

Četinarske biljne vrste (*Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Picea spp.*, *Abies spp.*) naročito su osjetljive na sudovne patogene.

Četinarske biljne vrste u Crnoj Gori bi trebalo da su u značajno većem fokusu pažnje kada je u pitanju potencijalno prisustvo fitopatogene gljive *Seiridium cardinale*. Veoma često sušenje biljnih vrsta iz rodova *Cupressus spp.* i *Cupressocyparis spp.* bi moglo biti uzrokovano dejstvom ovog patogena kako u rasadnicima tako i na javnim površinama.

Usled neuravnoteženih zalivnih normi kao i upotrebe neadekvatnih medijuma (supstrata) za uzgoj, gubici u proizvodnji mogu da budu izrazito veliki. Kada je u pitanju nadzor relevantnih institucija nad zdravstvenim stanjem četinara on se odnosi isključivo na prisustvo patogena *Giberella circinata*. Zbog visokog stepena potražnje, kao dominantne biljne vrste u crnogorskoj proizvodnji sadnog materijala ukrasnog bilja ističe se šibljje široke namjene, počevši od sadnje za podizanje živih ograda do pojedinačnih sadnji ili oblikovanih formi već odraslih primjeraka. Prilikom proizvodnje ukrasnog šibljja osnovna odlika u svim rasadnicima je lagerovanje biljaka na takav način da prilikom slaganja, među biljkama gotovo i da nema distance. U uslovima, slabe provjetrenosti i relativno visoke vlažnosti vazduha, veoma su česti problemi sa patogenima prouzrokovcima „šupljikavosti lišća“.

Kao najosjetljivija vrsta ističe se lovor višnja *Prunus laurocerasus*. Fitopatogene gljive ili bakterije koje se javljaju kao uzročnici *Wilsonomyces carphophyllus*, *Blumeriella jappi*, *Cercospora spp.*, *Pseudomonas syringae* ssp. *syringae*, *Xanthomonas arboricola* ssp. *pruni* dovode do tipičnih simptoma šupljikavosti, a zatim smanjenja asimilacione površine lisne mase, usled čega biljka zaostaje u rastu i razvoju. Inficirane biljke gube na kvalitetu, a samim tim i svojoj tržišnoj vrijednosti. Kako bi očuvali kvalitet sadnog materijala proizvođači pribjegavaju upotrebi sredstava za zaštitu bilja, pri čemu su ranije preparati na bazi aktivnih materija iz grupe ditiokarbamata pokazivali visok nivo efikasnosti. Sada, zbog sve manje dozvoljenih aktivnih materija za primjenu u poljoprivredi i hortikulturi, kao jedna od mogućnosti u integralnom pristupu zaštite jeste upotreba preparata na bazi bakra. Međutim, često zbog neadekvatne i prekomjerne primjene bakarnih preparata dolazi do pojave simptoma toksičnosti bakra na tretiranim biljkama, usled čega biljke gube na kvalitetu i tržišnoj vrijednosti. Kada je u pitanju problem šupljikavosti lišća u crnogorskim uslovima nijesu podjednako osjetljivi svi kultivari lovor višnje. Kultivari

Prunus laurocerasus Otto Luyken i *Prunus laurocerasus* Schipkaensis pokazuju visok stepen osjetljivosti, nasuprot *Prunus laurocerasus* Novita koji pokazuje visok stepen otpornosti.

Simptomi pjegavosti lista poslednjih nekoliko godina su sve više prisutni i na palmama, naročito kada su u pitanju vrste *Trachycarpus fortunei* i *Trachycarpus humillis*. Patogen *Palmeiomyces chamaeropicola* bi se mogao dovesti u vezu sa ovim simptomima, međutim na njegovoj identifikaciji bi trebalo dodatno raditi.

Crnogorsko primorje i Podgoricu karakterišu veoma topla ljeta, pa visoke temperature praćene niskom vlažnosti vazduha su idealni uslovi za razvoj velikog broja patogenih prouzrokovaca pepelnica. Jedna od najosjetljivijih biljnih vrsta prema patogenima prouzrokovacima pepelnica je *Catalpa bignonioides*, a patogen prouzrokovac *Erysiphe elevata* identifikovan je od strane Latinović i sar., 2019 godine. Pepelnica katalpe je podjednako prisutna kako na biljkama u rasadnicima tako i na javnim površinama odnosno parkovima. Fitopatogene gljive prouzrokovaci pepelnica značajno dovode do gubitka kvaliteta sadnog materijala kod biljne vrste *Euonymus japonicus* (gotovo svi kultivari), *Prunus laurocerasus*, *Lagerstroemia indica*, *Platanus acerifolia*, *Platanus orientalis*. Značajno je istaći da pepelnica na vrstama iz roda *Euonymus* spp. se javlja svake godine, dok se na vrsti *Prunus laurocerasus* javlja sporadično. Kao jedna od veoma osjetljivih vrsta na napad prouzrokovaca pepelnica je i indijski jorgovan (*Lagerstroemia indica*), koja biva inficirana kako u rasadnicima tako i na javnim površinama. Formiranje bijele pepeljaste prevlake na lišću, posebno je izraženo u drugoj polovini ljeta, što kod mladih biljaka u rasadnicima prouzrokuje značajno zaostajanje u rastu i razvoju, a samim tim gubitak kvaliteta i tržišne vrijednosti.

Poseban nadzor i pažnja u rasadnicima mora biti posvećen domaćinima fitopatogene bakterije *Erwinia amylovora*, kako bi se spriječili potencijalno veliki gubici koji mogu nastati usled razvoja ovog patogena. Za sada *Erwinia amylovora* u Crnoj Gori je detektovana na jabučastom voću (jabuka, kruška i dunja), ne prouzrokujući probleme na osjetljivim domaćinima koji pripadaju ukrasnom bilju.

Osim problema u rasadničkoj proizvodnji koji su patogene prirode, mnogo češće se susreću različite fiziopatije indukovane nepatogenim uzrocima. Fiziološki poremećaji kod biljaka su veoma izraženi u rasadnicima u kojima nije prilagođen sistem proizvodnje samom mikrolokalitetu i potrebama biljnih vrsta koje se proizvode. Nedostatak kvalitetne proizvodne infrastrukture u kojoj bi se u strogo kontrolisanim uslovima, obavljalo ožiljavanje reznica je najveći problem crnogorske rasadničke proizvodnje. Neprilagođenost zalivnih sistema i upotreba neadekvatnih prskalica, često dovode do gubitaka u proizvodnji. Veoma mali broj rasadnika koristi savremene zalivne sisteme u

vidu mikroprskalica, orošivača ili infuzionih injektora koji su konektovani sa venturijevim cijevima, preko kojih se obavlja redovna fertirigacija. Nepoštovanje standarda i tehničko-tehnoloških aktivnosti u procesu proizvodnje lišćara, dovodi do stvaranja lošeg finalnog proizvoda, a nedostatak kalemarskog iskustva je limitirajući faktor proizvodnje kultivara kalemljenih lišćara. Veliki broj biljnih vrsta koje imaju značajnu potražnju u aktivnostima ozelenjavanja u Crnoj Gori, shodno crnogorskim klimatskim uslovima, zahtijeva zasjenu kako bi se održao visok kvalitet sadnog materijala. Usled nedostatka adekvatne infrastrukture koja bi obezbijedila 30-40% zasjenu gubici su izuzetno visoki, naročito u toku ljetnih mjeseci. Osim direktnih gubitaka kroz direktno sušenje sadnog materijala, potrebno je istaći indirektnu gubitku u vidu smanjenja kvaliteta i tržišne vrijednosti istog. Kao što je već pomenuto, od velikog značaja je upotreba sterlinih i zdravstveno ispravnih medijuma za uzgoj u vidu različitih supstrata u zavisnosti od biljne vrste koja se proizvodi. Upotrebom supstrata kojim se kao prateći sastojci finalnog medijuma dodaju perlit, vermikulit ili vulkanski kamen različitih frakcija, osmoci stvaraju se povoljni uslovi za razvoj korjenovog sistema, a tim i snažnija i zdravija biljka. Nasuprot navedenom načinu uzgoja u Crnoj Gori je veoma česta upotreba čiste prirodne zemlje ili njeno miješanje sa supstratom pri čemu se onemogućava razvoj korjenovog sistema u punom kapacitetu. Usled nerazvijenosti korjenovog sistema, male apsorpcione sposobnosti, biljke veoma često pate od nedostatke kako makroelemenata tako i mikroelemenata. Simptomi nedostatka hraniva veoma često od strane proizvođača bivaju tretirani kao potencijalna pojava bolesti i štetočina, te upotrebom sredstava za zaštitu bilja stvaraju dodatne troškove u proizvodnji, zagađuju životnu sredinu, suštinski ne rešavajući problem.

Vazdušni zagađivači kakav je SO₂ (sumpor dioksid) često dovode do negativnih efekata na same biljke, na šta su posebno osjetljivi četinari. Kada je u pitanju proizvodnja i uzgoj četinara u Crnoj Gori njihova problematika zauzima posebno mjesto sa aspekta očuvanja zdravstvenog stanja i vitalnosti biljaka. Klimatski uslovi crnogorskog primorja i Podgorice evidentno ne odgovaraju četinarskim biljnim vrstama te gotovo svake godine u najtoplijem periodu (druga polovina ljeta) dolazi do njihovog iznenadnog propadanja. Propadanje se manifestuje kroz sušenje pojedinih biljnih djelova, a nerijetko se suše kompletne biljke bez obzira na starost. Prilikom detaljnog pregleda suvih biljaka nijesu uočeni nikakvi simptomi na korjenovom sistemu, kao ni poprečnom presjeku debla i sprovodnim sudovima. Visok stepen osjetljivosti osobito pokazuju *Thuja occidentalis* 'Smaragd', *Thuja occidentalis* 'Columna', *Thuja occidentalis* 'Globosa', *Thuja occidentalis* 'Brabant', *Cupressus sempervirens* 'Stricta', *Cupressus sempervirens* 'Pyramidalis', vrste iz

roda *Chamaecyparis* spp., vrste iz roda *Picea* spp., vrste iz roda *Abies* spp. Izrazit stepen otpornosti jedino pokazuje biljna vrsta *Cupressocyparis leylandii*.

Pojedine lišćarske biljne vrste: *Prunus pissardi* 'Nigra', *Prunus fruticosa* 'Globosa', *Prunus serrulata* 'Kanzan', *Prunus serrulata* 'Royal Burgundi', *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus intermedia*, *Magnolia grandiflora* *Gallisoniensis*, *Quercus ilex*, *Cinnamomum camphora*, *Platanus* spp., pokazuju visok stepen osjetljivosti na pojedine fiziološke poremećaje kao što su upala kore tokom ljetnjih mjeseci ili pojavu mrazopuca usled dejstva nižih temperatura tokom zime. Pomenuti fiziološki poremećaji su značajnije izraženi nakon transplatacije biljaka u saksiju, kao i daljeg čuvanja u saksiji.

Shodno dosadašnjem iskustvu u proizvodnji sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori, mnogo veći gubici u proizvodnji nastaju usled negativnog dejstva štetnih insekatskih vrsta. Pod redovnim zdravstvenim nadzorom od strane nadležnih institucija nalaze se karantinski štetni organizmi: *Anoplophora chinensis*, *Anoplophora glabripennis*, *Aromia bungii*, *Thrips palmi*, *Bemisia tabaci* (neevropske vrste).

Međutim, odgovornost stručnih lica za zaštitu bilja u rasadnicima je na izrazito visokom nivou, zbog značajnih problema koje uzrokuju već odomaćene insekatske vrste u Crnoj Gori.

Neke od najznačajnijih insekatskih vrsta koje svojom aktivnošću pričinjavaju štetu u proizvodnji sadnog materijala su: *Unaspis euonymi*, *Fiorinia theae*, *Asterolecanium pustulans*, *Hemiberlesia rapax*, *Ceroplastes ceriferus*, *Euphyllura olivina*, *Prays oleae*, *Phloeotribus scarabaeoides*, *Agriotes* spp., *Lymantria dispar*, *Euproctys chrisorhoea*, *Hypanthria cunea*, *Operophtera brumata*, *Zeuzera pyrina*, *Thaumatoporea pityocampa*. Navedeni štetni organizmi se gotovo svake godine javljaju u rasadnicima ukrasnog bilja u Crnoj Gori, pri čemu pokazuju određeni stepen polifagnosti među različitim kultivarima u okviru iste vrste ili napadaju više različitih biljnih vrsta.

Sporadično, ali uz visoko izraženu polifagnost u rasadnicima određen stepen štete mogu nanijeti: marokanski skakavac (*Doclostaurus marocanus*), putnički skakavac (*Locusta migratoria*), Italijanski skakavac (*Calliptamus italicus*) i zeleni zrikavac (*Tetidia viridisima*). Kao veoma polifagna vrsta, posebno među ukrasnim travama i drugim perenama ističe se i livadska pjenuša (*Philaenus spumarius*). Kada su u pitanju ukrasne perene, na prvom mjestu biljne vrste iz roda *Hosta* spp., velike probleme izazivaju puževi. Kao najznačajnije štetočine u proizvodnji lišćarskih biljnih vrsta, četinarskih biljnih vrsta, a u poslednjih nekoliko godina i šiblja ističu se štetočine iz familije Scolitydae.

Potkornjaci su jako destruktivni organizmi, prouzrokujući velike gubitke među najznačajnijim lišćarskim i četinarskim vrstama. Najugroženije biljne vrste su: *Liquidambar styraciflua*, *Acer dasycarpum*, *Liriodendron tulipifera*, *Platanus orientalis*, *Platanus acerifolia*, *Prunus cerasifera* Nigra, *Salix babylonica*, *Salix integra*, *Salix matsudana*, *Quercus rubra*, *Laurus nobilis*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*. Na lokalitetima gdje je napad prisutan u visokom stepenu, veoma su česte štete i na biljnim vrstama *Hydrangea hortensis*, *Hydrangea panniculata*, *Hydrangea macrophylla*.

Poslednjih nekoliko godina kako u rasadnicima tako i na javnim površinama, sve češće je prisutan napad *Zeuzera pyrina* na biljnim vrstama iz rodova *Salix* spp., i *Betula* spp. Sve vrste biljaka iz roda *Salix*, dodatno su ugrožene potencijalnim napadom vrbotočca (*Cossus cossus*). Značajno je pomenuti i štetne organizme *Melolontha melolontha* i *Cetonia aurata* koji se mogu javiti kao defolijatori u godinama visokog stepena infestacije.

Osim polifagnih štetočina koje svojom aktivnošću ugrožavaju veći broj vrsta ukrasnog bilja, u Crnoj Gori je čest napad pojedinih štetočina koje su tipične samo za određene biljne vrste. U tom kontekstu značajno je pomenuti prisustvo *Phyllonorychter platani* i *Corythuca ciliata* na platanima. Biljne vrste iz roda *Tilia* spp., često su prijemčljive za vatrene stjenice (*Pyrrhocoris apterus*) i grinje *Eriophyes tilie*. Kada su u pitanju *Aesculus hippocastanum* i biljne vrste iz roda *Fraxinus* spp., neophodno je pomenuti prisustvo *Cameraria ohridella* odnosno *Drepanosiphum platanoidis*.

Četinarske biljne vrste u Crnoj Gori podložne su napadu štetnih organizama kao što su: *Thaumetopoea pityocampa*, *Diprion pini*, *Cinara pini*, *Coccus piceae*, *Argyresthia thuiella*, *Cinara tujaefilina*, *Cinara cedri*, *Lepidosaphes juniperi*, *Lamprodila festiva*, *Planococcus vovae*, *Parthenolecanium fletcheri*.

U rasadnicima gdje se obavlja proizvodnja cvjetnica gotovo svake godine prisutna je rutava buba (*Epicometis hirta*).

Proizvodnja i održavanje ukrasnog bilja na crnogorskom primorju posebno je otežana pojavom trnovitog štitastog moljca (*Aleurocanthus spiniferus*) koji ima široku lepezu domaćina, ali trenutno najveće štete pričinjava, osim na citrusima, na biljnoj vrsti *Pyracantha coccinea*. Usled napada ovim štetnim organizmom često dolazi do potpunog sušenja vatrenog trna, a napadnute biljke dobijaju u potpunosti crnu boju, usled razvoja gljiva čađavica na mednoj rosi koju štetočina izlučuje. Štetni organizam ima veći broj generacija u toku godine, koje se često i preklapaju i predstavlja ozbiljan problem naročito u pojasu od Igala do Budve gdje je napad izraženiji nego u regionu od Budve do Ulcinja.

Kada su u pitanju štetočine šiblja u Crnoj Gori jedan od najvećih problema jeste prisustvo *Cydalima perspectalis* koji prouzrokuje velike gubitke kako na javnim

površinama tako i rasadnicima, naročito prilikom neblagovremeno sprovedenih hemijskih tretmana. Gubici koji nastaju usled napada ove štetočine mogu biti kvantitativni i kvalitativni u zavisnosti od generacije štetnog organizma, intenziteta napada i stepena razvijenosti same biljke. Osim pomenute štetočine šimširi su podložni napadu *Psylla buxi* i *Eurytetranychus buxi* koji međutim ne prouzrokuju značajne gubitke u proizvodnji.

Nerium oleander je domaćin štetočinama *Aphis nerii* i *Daphnis nerii*, koji se mogu naći na ovoj biljnoj vrsti duž crnogorskog primorja.

Capnodis tenebrionis se ističe kao limitirajući faktor u proizvodnji lovor višnje na otvorenom polju, naročito kada su u pitanju starije biljke. U odsustvu registrovanih sredstava za zaštitu bilja kontrola pojave i praćenje razvojnog ciklusa štetočine su od posebnog značaja.

Proizvodnja u zatvorenim prostorima (plastenici, staklenici, visoki tuneli) praćena je visokim intenzitetom napada štetočina među kojima su najznačajniji: *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Icerya purchasi*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis nasturtii*, *Frankliniella occidentalis*. Svi navedeni štetni organizmi mogu da se nadju na biljkama domaćinima i na otvorenom polju ali štetan efekat je posebno izražen u zatvorenom prostoru. Muškatlin plavac *Cacyreus marshalli* je veoma značajna štetočina koja ugrožava kako proizvodnju muškate tako i estetsku vrijednost ove biljne vrste na javnih ili privatnim površinama. Jednim dijelom ovaj štetni organizam se može smatrati odgovornim za smanjeno interesovanja ljudi za ovom biljnom vrstom, poslednjih godina.

Od značaja za crnogorsku hortikulturu i rasadničku proizvodnju je prisustvo štetnog organizma *Rynchoporus ferrugineus* koji izaziva propadanje palmi, sa posebnim naglaskom na palme iz roda *Phoenix* spp. Do sada sprovedene mjere borbe nijesu dale adekvatne rezultate, prvenstveno jer se sa primjenom istih poprilično zakasnilo te je danas ovaj štetni organizam prisutan na teritoriji čitave Crne Gore gdje mu klimatski uslovi omogućavaju opstanak. Osim palminog surlaša kao jedna velika prijetnja za preostale palme u Crnoj Gori, naročito za biljnu vrstu *Chamaerops humilis* i *Chamaerops excelsa* jeste palmin drvotoč (*Paysandisia archon*). Prijetnja je izuzetno ozbiljna obzirom na geografsku rasprostranjenost štetnog organizma sa jedne strane i visok stepen uvoza palmi u Crnu Goru sa druge.

Tokom sušnih mjeseci u ljetnjem periodu u proizvodnji ukrasnog bilja sve veći problem jesu i grinje među kojima se posebno ističu *Tetranychus urticae* kao veoma polifagan štetni organizam.

U pojedinim rasadnicima, naročito tokom sušnih ljetnjih mjeseci ozbiljne probleme izazivaju i neki drugi organizmi, kao što su zečevi. U potrazi za vodom pregrizaju sisite za navodnjavanje (injektore) prilikom čega onemogućavaju dotok vode do same biljke, prouzrokujući njeno sušenje. Ograđivanje parcela (rasadnika), visok nivo kontrole sistema za navodnjavanje na dnevnom nivou, je jedini mehanizam u cilju sprečavanja gubitaka.

U Crnoj Gori su veoma česti zahtjevi klijenata za određenim biljnim vrstama koje spadaju u invazivne i korovske vrste. Među njima najznačajnije je istaći: *Gleditsia triacanthos*, *Buddlea davidi*, *Tamarix tetrandra*, *Mahonia aquifolium*, *Paulownia tomentosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Tecoma radicans*, *Ulmus pumila*, *Wisteria sinensis*, *Catalpa bignonioides*, *Cercis siliquastrum*, *Koeleruteria paniculata*, *Albizia julibrissin*.

Prilikom uvoza nekih biljnih vrsta, najčešće lišćara, dolazi do unosa i određenih korovskih vrsta koje kasnije uzrokuju značajne probleme u proizvodnji. U uslovima idealno pripremljenog medijuma (supstat, đubrivo), sa izrazito visokom konkurentskom sposobnosti, korovske vrste se u saksijama veoma brzo razvijaju ugrožavajući gajene ukrasne kultivare. Zaostajanje u rastu i razvoju, a nekada i sušenje kompletne biljke jesu posledice visokog stepena zakorovljenosti u rasadnicima. Mnoge korovske vrste su domaćini različitim patogenima prouzrokovateljima bolesti ili štetočinama, te stoga je od velikog značaja suzbijanje zakorovljenosti u rasadnicima. Upotreba piljevine kao pokrivke saksija i mehaničko suzbijanje korova jesu jedine mjere suzbijanja velikog broja korovskih vrsta. Najznačajnije korovske vrste koje se javljaju u procesu proizvodnje sadnog materijala ukrasnog bilja su: *Sorghum halepense*, *Sporobolus poiretti*, *Eleusine indica*, *Xanthium italicum*, *Euphorbia maculata*, *Datura stramonium*, *Erigeron canadensis*, *Erigeron annuus*, *Polygonum aviculare*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lepidium virginicum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Cirsium arvense*, *Cynodon dactylon*, *Panicum crus galli*, *Elymus repens*, *Convolvulus arvensis*.

Pravilnikom o uslovima za proizvodnju i promet sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori definisani su uslovi proizvodnje koje jedan rasadnik treba da ispunjava. Nizak stepen interesovanja ljudi za zaštitu bilja u šumarstvu i hortikulturi, nepoznavanje biologije patogena i zahtjeva samih kultivara je jako veliki problem u crnogorskoj rasadničkoj proizvodnji. Nedostatak kalemarskog iskustva u šumarstvu je limitirajući faktor osavremenjavanja proizvodnje i uvođenja novih kultivara kalemljenih lišćarskih i četinarskih vrsta.

Pomenutim naredbama, uredbama o praćenju karantinskih štetnih organizama, svim problemima i rizicima u proizvodnji sadnog materijala ispred odgovornih lica u

proizvodnji je nimalo lak zadatak kako bi se proizveo kvalitetan sadni materijal. Suzbijanje štetnih organizama je veoma težak i kompleksan posao koji zahtijeva primjenu više različitih mjera. Sinergija između relevantnih državnih organa, lokalnih samouprava, proizvođača i uvoznika sadnog materijala ukrasnog bilja mora biti na većem nivou, kako bi se spriječila introdukcija potencijalno novih karantinski štetnih organizama.

Neophodno definisati odgovornosti svih faktora koji sudjeluju u sprečavanju unošenja i širenja štetnih organizama i sprovoditi brze eradikativne mjere u slučaju pojave istih. Neophodna je bolja povezanost proizvođača sadnog materijala sa naučnim institucijama kako u zemlji tako i regionu. Konekcija je neophodna prvenstveno sa aspekta cjeloživotnog učenja iz oblasti zaštite bilja, jer fitomedicina je veoma dinamična naučna disciplina, te ranije stečena znanja nekada nijesu primjenljiva.

Da bi se proizvodnja sadnog materijala podigla na veći nivo potrebno je raditi na promociji značaja ozelenjavanja. Edukacijom kadrova o gajenim kultivarima, njihovim biološkim zahtjevima i biologiji patogena (bolesti i štetočine) omogućiće se lakša proizvodnja u integralnom konceptu zaštite bilja. Neophodna organizacija okruglih stolova, seminara i predavanja proizvođačima i uvoznicima sadnog materijala o potencijalnim opasnostima u vidu novih patogena i štetočina shodno njihovoj dinamici širenja. Predavanja bi trebala imati konsultativno-studijski značaj u cilju izgradnje svijesti kod proizvođača i uvoznika sadnog materijala o potencijalnim rizicima u trgovini sadnim materijalom. Kroz upotrebu lovnihi klopki (feromonske klopke, ljepljive ploče) pratiti početak pojave i brojnost populacije štetočina na bazi čega će se donositi blagovremene odluke o hemijskim tretmanima. Radi unapređenja proizvodnje neophodno je osavremenjavanje samih rasadnika kroz internu organizaciju mini laboratorija. Upotreba brzih seroloških testova za detekciju štetnih organizama (*Erwinia amylovora*, *Phytophthora ramorum*) od strane stručnih lica u rasadnicima doprinijeće bržim reakcijama u sprečavanju pojedinihi bolesti u epifitotičnim razmjerama. Odgovornost uvoznika, proizvođača ili stručnih lica u proizvodnji mora biti daleko veća. Sistematičnijim pristupom stručnjaka za zaštitu bilja u rasadnicima, kroz praćenje dinamike širenja nekih karantinski štetnih organizama i njihovoj geografskoj distribuciji, doprinijeće se većem stepenu zaštite od pojave štetnih organizama kako u samom rasadniku tako i državi u cjelini.

Literatura:

- Britz, H., Coutinho, T.A., Wingfield, M.J., Marasas, W.F.O. (2002): Validation of the description of *Gibberella circinata* and morphological differentiation of the anamorph *Fusarium circinatum*; *Sydowia* 54/2002
- Everhart, E. S., Tabima, F. J., Grunwald, J. N. (2014): *Phytophthora ramorum*; *Papers in Plant Pathology*. Paper 371
- Gore, M.E. (2009): Powdery mildew caused by *Lagerstroemia indica* newly reported in Turkey; *Plant Pathology* 58, 397
- Jovanović – Nikolić, G., Injac, M., Radosavljević, S. (2015): Razviće i suzbijanje žilogriza (*Capnotis tenebrionis* L.) i šiljokrilca (*Perotis lugubris* F.); Poljoprivredna stručna služba Leskovac; Chemical Agrosava
- Kereši, T., Sekulić, R., Popović, A. (2016): Bolesti i štetočine u hortikulturi (deo – štetočine u hortikulturi); Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Latinović, J., Latinović, N., Jakše, J., Radišek, S. (2019): First report of *Erysiphe elevata* causing powdery mildew on *Catalpa bignonioides* in Montenegro; *Phytopathologia mediterranea* Vol.58. No.3
- Latinović J., Kandić, B. and LATINOVIĆ, N. (2017): Survey on the distribution of fire blight pathogen, *Erwinia amylovora*, on pome fruits in Montenegro. *Phytopathologia Mediterranea*, vol. 56, No. 2, 322.
- Ministarstvo ekologije prostornog planiranja i urbanizma Crne Gore (2021): Strane i invazivne strane biljne vrste u Crnoj Gori; Brošura u okviru projekta „Utvrdjivanje popisa o prisustvu i distribuciji invazivnih vrsta biljaka na teritoriji Crne Gore“
- Nakova, M. (2011): Phytosanitary monitoring of lavender diseases; *Agricultural sciences* Vol.3 No. 5
- Paladin Soče, I., Šimala, M., Gotlin Čuljak. (2020): Trnoviti štitasti moljac agruma *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance, 1903) u dubrovačko – neretvanskoj županiji; *Glasilo biljne zaštite* 4/2020
- Pereira, P.S. D., Phillips, J.L. A. (2020): A new leaf spot disease of *Chamaerops humilis* caused by *Palmeiomyces cahameropicola* gen. et sp. nov; *Phytopathologia Mediterranea* 59(2): 353-363.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T., Markotić, V., Kajić, Z., Kotlar, A., Paladin, I. (2019): Narančin trnoviti štitasti moljac – opasan invazivni štetnik; *Glasilo biljne zaštite* 6/2019

PROBLEMS AND PHYTOSANITARY RISKS IN THE PRODUCTION AND MAINTENANCE OF ORNAMENTAL NURSERY STOCK IN MONTENEGRO

Bogoljub Kandic

Centrometal doo, CentroGarden, Podgorica, Montenegro

E-mail: bogoljub.kandic@gmail.com

Summary

The definite need for greening, due to the high degree of urbanization in Montenegro, has been rapidly growing in recent years. Although territorially a small country, Montenegro is climatically very heterogeneous, which causes the need for a large number of plant species on a small area. Production of planting stock of ornamental plants, in accordance with Montenegrin needs and possibilities, is mostly carried out indoors (in high tunnels and greenhouses) when it comes to flowers, perennials, ornamental shrubs and in the open field (conifers, deciduous and evergreen broadleaves, palm trees). Strict legislation in the form of plant health legislation, which is harmonized with EU regulations, imposes high standards of the quality of planting stock that can be placed on the Montenegrin market. Therefore, almost entire responsibility lies with the producers of the planting stock of ornamental plants, i.e. responsible persons in their production, both from the aspect of health status and standard quality. In a very specific climate such as the Montenegrin climate, where a large number of different climatic zones overlap, the integrated approach to plant protection is accompanied by great challenges. The production of potted planting stock is often carried out in pure natural soil as a medium for planting, which manufacturers acquire in a natural environment. Without the use of ready-made substrates with adequate physical and chemical characteristics depending on the plant species there is a reduced development of the root system in the production process, the appearance of a large number of soil pathogens and very common physiopathies in plants. Climate factors in Montenegro very often have a stimulating effect on the development of diseases on an epiphytotic scale. Some of them, such as different types of powdery mildew, occur every year with high intensity and affect the quality of planting stock, while certain bacterioses threaten the entire production of certain plant species. Bacterioses and viroses are a growing problem in the nursery production of Montenegro.

The high level of imports of planting stock contributes to the increasing spread of certain pests, such as bark beetles with very pronounced polyphagy. The greenhouse whitefly and thrips develop a large number of generations in greenhouse production in Montenegro and make it difficult to produce throughout the year. Phytosanitary regulations do not regulate the control of weeds in the substrate, and therefore weed flora becomes richer. The responsibility of persons in charge of integral plant protection, quality control of plants in the nurseries in Montenegro is multiple, because it is necessary to properly systematize all production processes with knowledge of the biological characteristics of both the plant species itself and the pathogen biology. An increasingly “shorter” list of permitted active substances for use in agricultural production, and especially in horticulture, is an additional problem. In order to improve the production of planting stock of ornamental plants in Montenegro, additional training of staff is necessary. The formation of mini laboratories within the nurseries themselves, greater use of hunting traps, pheromone traps, modelled on nurseries in the EU, are some of the basic prerequisites for a better and easier production, and therefore better control of plant health.

Keywords: planting stock, ornamental plants, plant protection, Montenegro, phytosanitary risks, diseases, pests

STANJE I MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA PALMINOG SURLAŠA *RHYNCHOPHORUS FERRUGINEUS* U CRNOJ GORI

Bogoljub Kandić

Centrometal doo, CentroGarden , Podgorica, Crna Gora

bogoljub.kandic@gmail.com

Rezime

Palme na crnogorskom primorju predstavljaju osnov prostornog uređenja sa aspekta estetike i ekspresije mediteranskog duha, a naročito na elementima zelene infrastrukture. Na pojedinim lokalitetima u Crnoj Gori one čine dio istorije, tradicije i kulture. Trenutno najrasprostranjenije vrste palmi u Crnoj Gori su: *Chamaerops excelsa*, *Trachycarpus humilis*, *Washingtonia robusta*, *Washingtonia filifera*, *Syargus romanzoffiana*, *Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*. Sporadično se mogu naći: *Butia capitata*, *Phoenix roebelenii*, *Bismarckia nobilis*, *Brahea armata*.

Pojavom palminog surlaša *Rynchophorus ferrugineus* 2012. godine na teritoriji opštine Ulcinj, a kasnije i širenjem duž crnogorskog primorja, doveden je u pitanje opstanak estetski najznačanije palme u Crnoj Gori, vrste *Phoenix canariensis*. Od početka infestacije, tokom prethodnih 10 godina palmin surlaš je izazvao sušenje velikog broja jedinki kanarske datulje od Ulcinja do Igala. Poslednje dvije godine štete su sve veće i na teritoriji opštine Podgorica. Iako su smatrane otpornim vrstama na crnogorskom primorju sve češće napad štetnog organizma se javlja i na vrstama iz roda *Washingtonia* sp. Infestacija je naročito izražena na lokalitetima gdje više nema primarnog domaćina odnosno palmi iz roda *Phoenix* spp. Tokom prethodne dvije godine u sklopu zdravstvenog nadzora u vrtovima privatnih vila u Ulcinju, Reževicima, Herceg Novom kao i rasadnika na teritoriji opštine Podgorica, sprovedene su mjere borbe protiv palminog surlaša nad 38 palmi vrste *Phoenix canariensis* i 120 palmi vrsta *Washingtonia robusta* i *Washingtonia filifera*. Praćenjem leta imaga pomoću lovnihi klopki sa feromonom, injektovanjem insekticida na bazi abamektina, injektovanjem bioinsekticida na bazi *Beauveria bassiana*, nalivanjem lisne rozete palme sistemčnim insekticidima, kao i primjenom dendrohrurgije očuvane su djelimično ili u potpunosti sve palme koje su u procesu početka aktivnosti zaštite bile na samom startu infestacije. Veliki problem predstavlja sve češći izostanak primarnih simptoma napada, te se obično za primjenom mjera borbe počne prilično kasno.

Palmin surlaš je rasprostanjen na svim lokalitetima u Crnoj Gori gdje klimatski uslovi omogućavaju opstanak i gdje postoje osjetljivi domaćini. Trenutno jedine vrste palmi na kojoj nije zabilježen napad tokom dvogodišnjeg praćenja pomenutih lokaliteta jesu *Chamaerops excelsa* i *Trachycarpus humillis*.

Obzirom na visok stepen prisustva štetočine, kako bi se u perspektivi obezbijedio stabilan uzgoj palmi kako na crnogorskom primorju tako i u Podgorici, mjere borbe moraju biti sprovedene sistematizovanije i odlučnije, na bazi sada već stečenih znanja o biologiji same štetočine. Takođe, od velikog značaja je i postaviti pitanje očuvanja palmi na kojima su sprovedene metode dendrohrurgije, jer tokom sprovedenog nadzora nad istim, uočeno je prisustvo svih razvojnih stadijuma štetočine uprkos dendrohrurškoj intervenciji.

Ključne riječi: palma, palmin surlaš, *Phoenix* spp., *Washingtonia* spp., dendrohrurgija

CURRENT STATE AND POSSIBILITIES OF PALM WEEVIL RHYNCHOPHORUS FERRUGINOUS SUPPRESSION IN MONTENEGRO

Bogoljub Kandic

Centrometal doo, CentroGarden, Podgorica, Montenegro
bogoljub.kandic@gmail.com

Summary

Palm trees on the Montenegrin coast represent the basis of spatial planning from the aspect of aesthetics and expression of the Mediterranean spirit, especially on elements of green infrastructure. In some locations in Montenegro, they are a part of history, tradition and culture. Currently, the most widespread species of palm trees in Montenegro are: *Chamaerops excelsa*, *Trachycarpus humilis*, *Washingtonia robusta*, *Washingtonia filifera*, *Syargus romanzoffiana*, *Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*. Occasionally: *Butia capitata*, *Phoenix roebelenii*, *Bismarckia nobilis*, *Brahea armata*.

The appearance of the palm weevil *Rynchoporus ferrugineus* in the territory of the municipality of Ulcinj in 2012, and later its spread along the Montenegrin coast, endangered the survival of the aesthetically most significant palm tree species in Montenegro, the species *Phoenix canariensis*. Since the beginning of the infestation, during

the past 10 years, palm weevil caused drying of a large number of specimens of the Canary Island date palm from Ulcinj to Igalo. In the past two years there has been increasing damage in the territory of the municipality of Podgorica. Although they are considered resistant species on the Montenegrin coast, the attack of the above pest is increasingly occurring on species of the genus *Washingtonia* sp. The infestation is particularly pronounced in localities where primary hosts, i.e. palm trees of the genus *Phoenix* spp. are no longer present. During the past two years, as part of health surveillance in the gardens of private villas in Ulcinj, Reževići, Herceg Novi, as well as nurseries in the territory of the municipality of Podgorica, measures were implemented to combat palm weevil on 38 palm trees of the *Phoenix canariensis* species and 120 palm trees of the *Washingtonia robusta* and *Washingtonia filifera* sp. By monitoring the flight of the imago using pheromone traps, injecting the insecticide on the basis of abamectin, injecting the bioinsecticide on the basis of *Beauveria bassiana*, pouring systemic insecticides in the leaf rosette of the palm tree, as well as by using dendrosurgery, all palm trees that were at the initial phase of infestation at the very beginning of the protection activity were partially or completely preserved. A major problem is the increasingly frequent absence of primary symptoms of attack, which is the reason for a usually quite late application of combat measures.

Palm weevil is widespread in all locations in Montenegro where climatic conditions enable its survival and where there are sensitive hosts. Currently, the only species of palm trees where no attack was recorded during the two-year monitoring of the mentioned sites are *Chamaerops excelsa* and *Trachycarpus humilis*.

Considering the high level of presence of this pest, in order to ensure stable palm cultivation in the future both on the Montenegrin coast and in Podgorica, the combat measures must be implemented more systematically and decisively, based on the already acquired knowledge of the biology of the pest itself. In addition, it is of great importance to raise the issue of the preservation of palm trees on which dendrosurgery methods were implemented, because during their supervision, the presence of all developmental stages of the pest was observed despite the dendrosurgical intervention.

Keywords: palm tree, palm weevil, *Phoenix* spp. *Washingtonia* spp., dendrosurgery

***Phytophthora ramorum* – PRISUSTVO I STATUS U SRBIJI**

Mira Vojvodić, Isidora Knežević, Miljan Grkinić, Aleksandra Bulajić

*Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Institut za fitomedicinu, Beograd,
bulajic_aleksandra@yahoo.com*

Rezime

Karantinski regulisan patogen *Phytophthora ramorum* Werres, de Cock and Man in 't Veld je prouzrokovao iznenadnog uginuća hrasta (SOD, sudden oak death) i sušenja listova, pupoljaka i letorasta više ukrasnih i šumskih biljaka. Kao izuzetno agresivan patogen, *P. ramorum* nanosi značajne štete gde god je prisutna i zbog toga se pojava i rasprostranjenost redovno prate svuda u svetu. Krug biljaka domaćina uključuje u SAD pre svega hrastove, dok u EU osetljivi domaćini uglavnom pripadaju često gajenim ukrasnim biljkama. Osetljive biljke domaćini su često predmet međunarodne trgovine zbog čega je rizik od introdukcije i širenja visok i stalno prisutan. *P. ramorum* je detektovana u najmanje 20 zemalja u Evropi i devet u SAD. U Srbiji, potencijalno prisustvo *P. ramorum* se intenzivno prati već 16 godina. Na teritoriji naše zemlje pregledano je preko 18000 biljaka u rasadnicima, urbanom zelenilu, velikoprodajnim i maloprodajnim centrima, kao i biljaka u pošiljkama u međunarodnoj razmeni. Tokom godina uzorkovano je više od 1300 biljaka iz preko 50 osetljivih sorti, vrsta ili rodova. Uzorkovane biljke su ispoljavale simptome nekroze listova, vršnih pupoljaka, kao i sušenja grančica ili grana, mada je manji broj uzoraka uključivao i biljke bez simptoma u cilju otkrivanja mogućih latentnih zaraza. U radu su predstavljeni najznačajniji rezultati višegodišnjih istraživanja uključujući rezultate prve detekcije *P. ramorum* 2008. godine u biljkama iz rodova *Rhododendron* i *Pieris*. Nakon toga izvršena je uspešna eradikacija, pošto ni nakon intenzivnog, višegodišnjeg, ciljanog uzorkovanja ni u uzorcima analiziranim 2022. godine patogen nije detektovan. Na osnovu svega, status *P. ramorum* u Srbiji podrazumeva da nije prisutna.

Uvod

Phytophthora ramorum Werres, de Cock and Man in 't Veld, prouzrokovatelj iznenadnog uginuća hrasta (SOD, sudden oak death) i sušenja listova, pupoljaka i letorasta više ukrasnih i šumskih biljaka je relativno nedavno opisana vrsta (Werres et al., 2001). Pojavila se gotovo istovremeno u dva geografski potpuno razdvojena i udaljena područja, Severnoj Americi i Evropi kao posljedica unosa patogena putem međunarodne trgovine biljnim materijalom (Werres and Kaminski, 2005; Brasier et al., 2007).

Kako je *P. ramorum* prvobitno identifikovana u Severnoj Americi i Evropi, njena rasprostranjenost je i danas vezana uglavnom za ta područja. U Americi je detektovana u šumskim pojasevima ili ukrasnim biljkama u više od devet država u SAD i stalno se širi (Davidson et al., 2002; Dart and Chastagner, 2007; Press et al., 2020), kao i u Kanadi (Briere et al., 2005). U Evropi prisustvo *P. ramorum* ustanovljeno je na ukrasnim žbunastim biljkama u najmanje 20 zemalja uključujući Veliku Britaniju (Inman et al., 2003; Lane et al., 2004; Giltrap et al., 2007), Španiju (Moralejo and Werres, 2002;), Sloveniju (Zerjav et al., 2004), Francusku (Husson et al., 2007), Belgiju (Merlier De et al., 2003); Nemačku (Werres et al., 2001); Holandiju (Werres et al., 2001); Italiju (Gullino et al., 2003); Švajcarsku (Heiniger et al., 2004); Poljsku (Orlikowski et al., 2005); Norvešku (Herrero, et al., 2007), Srbiju (Bulajić et al., 2009, 2010) i druge. Noviji podaci ukazuju na pojedinačne nalaze *P. ramorum* na Dalekom istoku i drugim delovima sveta.

Svuda gde je prisutna, *P. ramorum* ima značajan ekonomski i sveopšti uticaj na ekosistem, izazivajući smrtnost osetljivih biljaka. U SAD, u hrastovim šumama je zabeležena velika brzina širenja (McPherson et al., 2005) uz značajan mortalitet (Garbelotto et al., 2003; Ivors et al. 2006). U Evropi zabeležene su značajne štete u rasadničkoj proizvodnji uz velike troškove suzbijanja i sprečavanja daljeg širenja (Sansford et al., 2009).

Na osnovu člana 34. stav 2. i član 35. stav 2. Zakona o zdravlju bilja (Službeni glasnik Republike Srbije broj 41/09) i Pravilnika o listama štetnih organizama i listama bilja, biljnih proizvoda i propisanih objekata (Službeni glasnik Republike Srbije 7/2010, 22/2012, 57/2015) *P. ramorum* se svrstava na Listu IA deo I Republike Srbije. Visok nivo sličnosti klimatskih uslova u našoj zemlji i Kaliforniji (Sansford et al., 2009) kao i velika učestalost osetljivih biljaka čine rizik od unošenja i širenja *P. ramorum* vrlo visokim. Zbog toga su osnovni ciljevi ovog rada bili da se kontinuirano prati moguće prisustvo u Srbiji kroz: (i) intenzivan pregled i ciljano uzorkovanje rizičnih biljaka domaćina i (ii) detekciju patogena na osnovu izolacije, morfološke i molekularne identifikacije.

Materijal i metode rada

U periodu od 2006-2022. godine, na teritoriji naše zemlje pregledano je preko 18000 biljaka u rasadnicima, urbanom zelenilu, velikoprodajnim i maloprodajnim centrima, kao i biljaka u pošiljkama u međunarodnoj razmeni. Tokom godina uzorkovano je više od 1300 biljaka iz preko 50 osetljivih sorti, vrsta ili rodova, uključujući i najpoznatije vrste iz rodova *Rhododendron*, *Pyracantha*, *Pieris* i srodnim. Uzorkovane su biljke u rasadnicima, javnim površinama, urbanom zelenilu, velikoprodajnim i maloprodajnim centrima na teritoriji Srbije, kao i saksijske biljke u pošiljkama u međunarodnoj razmeni na fitosanitarnim graničnim prelazima. Tokom godina sakupljeno je i analizirano 1356 uzoraka biljaka sa simptomima nekroze listova, vršnih pupoljaka, kao i sušenja grančica ili grana. Manji broj uzoraka uključivao je i biljke bez simptoma u cilju otkrivanja mogućih latentnih zaraza.

Radi povećane verovatnoće detekcije, sa više mesta na uzorkovanim biljkama isecani su fragmenti sa prelaza nekrotično-zdravo tkivo, površinski sterilisani trljanjem sterilnom pamučnom vatom potopljenom u 70% etanol (Lane, 2006) i zasejani na hranljive podloge CPA i P₅ARP[H] (EPPO, 2006). Nakon šest dana inkubacije pri temperaturi 20°C, u mraku ili u uslovima smene svetlosti i mraka (12 h belo svetlo i 12 h mrak) vršen je pregled na prisustvo specifičnih tvorevina, sporangija i hlamidospora *P. ramorum* (Werres et al., 2001), direktnim mikroskopiranjem. Iz svih uzoraka gde su se razvile kolonije koje odgovaraju morfološkim osobinama vrsta iz roda *Phytophthora* dobijeni su monosporni izolati, koji su nakon potvrde patogenosti inokulacijama listova odgovarajućih biljaka iz kojih su izolovani, podvrgnuti daljoj identifikaciji molekulanim metodama. Ukupna DNA ekstrahovana je primenom DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany). ITS region ribozomalne DNA odabranih uzoraka amplifikovan je i sekvenciran korišćenjem prajmera Phyto1/Phyto4 (Hayden et al., 2004). Dobijene sekvence podvrgnute su BLAST analizi u cilju potvrde konačne identifikacije (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>).

Rezultati sa diskusijom

U Srbiji proizvodnja ukrasnih biljaka veoma brzo raste pre svega zbog velike popularnosti, ali i značajne trgovinske vrednosti. Izuzetno je visok i uvoz ukrasnih, naročito saksijskih biljaka i skoro se udvostručuje svakih nekoliko godina. Međunarodna razmena ukrasnih biljaka danas je prepoznata kao najznačajniji način širenja *P. ramorum* (Jones et al., 2004; Moralejo et al., 2006) čemu se i u našoj zemlji posvećuje velika pažnja. Istraživanja prisustva *P. ramorum* kao veoma značajnog patogena ukrasnih biljaka širom sveta započeta su u našoj zemlji još 2006. godine i tokom godina pregledano je ukupno

18308 biljaka. Rezultati analiza prikazani su u Tabeli 1, a dodatni podaci o uzorkovanju dostupni su u rezultatima Bulajić et al. (2010).

U ukupno 12 uzoraka biljaka *Rhododendron* sp. iz privatne bašte i 3 uzorka biljaka *Pieris* sp. iz maloprodajnog objekta prodaje ukrasnih biljaka (oba na teritoriji okruga Grad Beograd) dokazano je prisustvo *P. ramorum*, što predstavlja učestalost detekcije 1,16% (preračunato na broj analiziranih uzoraka) što je uporedivo sa literaturnim podacima (Gruyter and Steeghs, 2006). Zaražene biljke ispoljavale su simptome nekroze vrhova listova (slika 1A), nekroze vršnih pupoljaka i sušenja celih biljaka što je u saglasnosti sa simptomima koji se vezuju za zarazu osetljivih biljaka sa *P. ramorum* (EPPO, 2006).

Izolati Pr92-08 i Pr6-08, poreklom iz *Rhododendron* sp. i *Pieris* sp., bili su veoma agresivni prilikom provere patogenosti, odnosno nekroza tkiva bila je uočljiva već 2 dana nakon nanošenja suspenzije zoospora na nepovređene listove (slika 1B). Oba izolata ispoljila su tipične morfološke osobine *P. ramorum* na osnovu kojih je moguće relativno jednostavno razlikovati od sličnih pripadnika *Phytophthora* spp. (Werres et al., 2001; EPPO, 2006). Izolati su na CPA formirali spororastuću, slabo bujnu beličastu koloniju (slika 1C) sa dnevnim porastom od 2,7-3,1 mm. Nakon 4-7 dana inkubacije na 20°C u kolonijama bilo je vidljivo simpodijalno formiranje pojedinačnih ili u grupama, elipsoidnih, izduženih ili ovalnih sporangija sa zaobljenom osnovom i uskom papilom koja je manje naglašena na mladim sporangijama (slika 1D). U isto vreme u kolonijama su se, substrano i zaronjene u podlogu formirale brojne, krupne, okruglaste, blago obojene hlamidospore sa tankim zidovima (slika 1E) koje su imale uglavnom interkalarni ili ređe terminalni položaj. Sve ove osobine u potpunosti odgovaraju ranije publikovanim osobinama za vrstu *P. ramorum* (Werres et al., 2001).

Tabela 1. Rezultati praćenja prisustva *Phytophthora ramorum* u Srbiji

Godina	Vizuelni pregled	Testirano uzoraka	Pozitivno
2006	5860	269	0
2007	1728	116	0
2008	1393	192	15
2009	429	25	0
2010	612	69	0
2011	578	51	0
2012	492	42	0
2013	402	64	0
2014	392	40	0
2015	1320	84	0

2016	960	61	0
2017	850	41	0
2018	620	69	0
2019	718	73	0
2021	1042	83	0
2022	912	77	0
Ukupno	18308	1356	15



Slika 1. *Phytophthora ramorum*: vršna nekroza prirodno zaraženih listova *Rhododendron* sp. (A); nekroza veštački zaraženih nepovređenih listova *Rhododendron* sp. četiri dana nakon inokulacije (B); čista kultura izolata Pr92-08 (C); izdužene ili ovalne sporangije sa uskom papilom (D); okruglaste, obojene hlamidospore sa tankim zidovima (E) na podlozi od komadića mrkve (CPA).

Brojne metode zasnovane na PCR mogu specifično i osetljivo da potvrde prisustvo i naprave razliku između *P. ramorum* i srodnih vrsta (Tomlinson et al., 2005). Molekularne analize izolata iz Srbije potvrdile su identifikaciju na osnovu izolacije, morfoloških i patogenih osobina. Sekvence oba odabrana izolata Pr92-08 (GenBank accession no. EU915480) i Pr6-08 (GQ258666), poreklom iz *Rhododendron* sp. odnosno *Pieris* sp., delila su 99-100% nukleotidne sličnosti sa velikim brojem izolata *P. ramorum* deponovanim u NCBI GenBank bazi podataka (Bulajić et al., 2010).

Nakon prve pojave i dokazanog prisustva 2008. godine, u Srbiji se sprovode organizovane i stalne mere praćenja pojave *P. ramorum*. Rezultati istraživanja prikazani u ovom radu potvrdili su da su mere eradikacije preduzete na licu mesta nakon inicijalne detekcije *P. ramorum* bile efikasne. Ni u jednom od sakupljenih uzoraka u sledećim godinama, uključujući i 2022. godinu, prisustvo *P. ramorum* nije dokazano. Prisustvo *P. ramorum* u neposrednom okruženju je više puta dokazano. Patogen je nekoliko puta detektovan u Hrvatskoj (<https://gd.eppo.int/reporting/article-1813>), Grčkoj (Tsopelas et al., 2011) i Italiji (Antonelli et al, 2023). Bez obzira na visok i stalan rizik od novih introdukcija, ova istraživanja su pokazala da je situacija u Srbiji stabilna, ali da sa ovim istraživanjima treba nastaviti u narednom periodu.

Zaključak

Nakon prve detekcije *P. ramorum* u Srbiji 2008. godine obavljena je uspešna eradikacija što je potvrđeno kroz intenzivno uzorkovanje ciljanih biljaka domaćina u svim rizičnim momentima od proizvodnje do mesta stalnog gajenja, kao što su rasadnici, urbano zelenilo, različiti velikoprodajni i maloprodajni objekti kao i fitosanitarni granični prelazi. Naša istraživanja su pokazala da je opis situacije u Srbiji koji EPPO baza (<https://gd.eppo.int/taxon/PHYTRA/distribution>) rasprostranjenja *P. ramorum* opisuje kao “štetni organizam nije prisutan, izvršena eradikacija” ispravna.

Zahvalnica

Ovaj rad rezultat je projekata 451-03-68/2022-14/200116 koje finansira Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija i I/3/2022 poziv 401-00-562-11/2020-11 koje finansira Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije.

Literatura

- Antonelli, C., Biscontri, M., Tabet, D., Vettraino, A.M. (2023): The Never-Ending Presence of *Phytophthora* Species in Italian Nurseries. *Pathogens*, 12, 15. <https://doi.org/10.3390/pathogens12010015>
- Brasier, C., Kirk, S., Rose, J. (2007): Differences in phenotypic stability and adaptive variation between the main European and American lineages of *Phytophthora ramorum*. *Forest Research*, Chapter 39.
- Briere, S. C., Llewellyn, S., Kristjansson, G. (2005): First report of *Pyracantha koidyumii* as host for the *Phytophthora ramorum*. Sudden Oak Death Second Science Symposium: The State of Our Knowledge, January 18-21, 2005, Monterey, California.

- Bulajić, A., Jović, J., Krnjajić, S., Đekić, I., Krstić, B. (2009): First report of *Phytophthora ramorum* on *Rhododendron* sp. in Serbia. Plant Pathology 58: 804.
- Bulajić, A., Đekić, I., Jović, J., Krnjajić, S., Vučurović, A., Krstić, B. (2010): *Phytophthora ramorum* occurrence in ornamentals in Serbia. Plant Disease 94: 703-708.
- Dart, N. L., Chastagner, G. A. (2007): Estimated Economic Losses Associated With the Destruction of Plants Owing to *Phytophthora ramorum* Quarantine Efforts in Washington State. Proceedings of the Sudden Oak Third Science Symposium, Mach 5 – 9, 2007, Santa Rosa, California.
- Davidson, J. M., Garbelotto, M., Koike, S. T., Rizzo, D. M. (2002): First Report of *Phytophthora ramorum* on Douglas-Fir in California. Plant Disease 86: 1274.
- EPPO (2006): *Phytophthora ramorum*. Diagnostic. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 36: 145 – 155.
- Garbelotto, M., Davidson, J. M., Ivors, K., Maloney, P. E., Huberli, D., Koike, S. T., Rizzo, D. M. (2003): Non – oak native plants are main hosts for sudden oak death pathogen in California. California Agriculture 57 (1): 18-23.
- Giltrap, P. M., Hughes, K. J. D., Barton, V. C., Hobden, E., Barber, P., Izzard, K. (2007): *Phytophthora ramorum* on three new hosts detected using on – site diagnostics. Plant Pathology 56: 728,
- Gruyter de, J. Streeghs, H. C. G. (2006): Managing *Phytophthora ramorum* in the Netherlands. OEPP/EPPO Bulletin 36: 399 – 401.
- Gullino, C., Garofalo, M.C., Moretti, F., Gianetti, G., Mainenti, E. (2003): Discovery of *Phytophthora ramorum* on rhododendron.] Informatore Agrario, 59(19), 87-89 (abst.) EPPO Reporting Service Paris, 2004-07-01 Reporting Service 2004, No. 07
- Hayden, K. J., Rizzo, D., Tse, J. and Garbelotto, M. (2004): Detection and Quantification of *Phytophthora ramorum* from California Forests Using Real – Time Polymerase Chain Reaction Assay. Phytopathology 94: 1075 – 1083.
- Heiniger, U., Theile, F., Stadler, B. (2004): [First finding of *Phytophthora ramorum* in Switzerland.] EPPO Reporting Service Paris, 2004-07-01 Reporting Service 2004, No. 07 Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 155(2), 53-54 (abst.)
- Herrero, M., Toppe, B., Rafoss, T. (2007): Geographical Distribution of *Phytophthora ramorum* in Norway. Proceedings of the Sudden Oak Third Science Symposium, Mach 5 – 9, 2007, Santa Rosa, California.
- Husson, C., Delatour, C., Frey, P., Marcais, B. (2007): First report of *Phytophthora ramorum* on Ornamental plants in France. Plant Disease 91: 1359.

- Inman, A. J., Townend, V. C., Barnes, A. V., Lane, C. R., Hughes, K. J. D., Griffin, R. L., Eales, S. J. (2003): First report of ramorum dieback (*Phytophthora ramorum*) on *Pieris* in England. Plant Pathology 52: 785.
- Ivors, K., Garbelotto, M., Vries, D. E., Ruyter – Spira, C, Hekkert, B. TE., Rosenzweig, N., Bonants, P. (2006): Microsatellite markers identify three lineages of *Phytophthora ramorum* in US nurseries, yet single lineages in US forests and European nursery populations. Molecular Ecology 15: 1493 – 1505.
- Jones, M. J., Givens, D. R., Garcia, L. (2004): Sudden Oak Death 2002/2003 PILOT National Survey.
- Lane, C. R., Beales, P. A., Hughes, K. J. D., Tomlinson, J. A., Inman, A. J., Warwick, K. (2004): First report of ramorum dieback (*Phytophthora ramorum*) on container-grown English yew (*Taxus baccata*) in England. Plant Pathology 53: 522.
- Lane, C. R., Beales, P. A., Hughes, K. J. D., Tomlinson, J. and Boonham, N. (2006): Diagnosis of *Phytophthora ramorum* – evaluation of testing methods. OEPP/EPPO Bulletin 36: 389 – 392.
- McPherson, B. A., Mori, S. R., Wood, D. L., Storer, A. J. Svihra, P., Kelly, M. N., Standiford, R. B. (2005): Sudden oak death in California Disease Progression in oaks and tanoaks. Forest Ecology and Management 213: 71-89 (Abstr.)
- Merlier De, D., Chandelier, A., Cavelier, M. (2003): First Report of *Phytophthora ramorum* on *Viburnum bodnantense* in Belgium. Plant Disease 87: 203.
- Moralejo, E., Werres, S. (2002): First report of *Phytophthora ramorum* on *Rhododendron* sp. in Spain. Plant Disease 86: 1052.
- Moralejo, E., Garcia Munoz, J. A., Descals, E. (2006): Insights into *Phytophthora ramorum* sporulation: epidemiological and evolutionary implications. OEPP/EPPO Bulletin 36: 383 – 388.
- Orlikowski, L. B., Trzewik, A., Szkuta, G. (2005): *Phytophthora ramorum* on *Calluna vulgaris*, *Photinia fraseri* and *Phieris japonica* in Poland. Sudden Oak Death Second Science Symposium: The State of Our Knowledge, January 18-21, 2005, Monterey, California.
- Press, C. M., Fieland, V. J., Creswell, T., Bonkowski, J., Miles, L., Grunwald, N. J. (2020) First Report of the NA2 Clonal Lineage of *Phytophthora ramorum* in Indiana. Plant Disease 104, No6. doi/10.1094/PDIS-12-19-2543-PDN
- Sansford, C.E., Inman, A.J., Baker, R., Braiser, C., Frankel, S., de Gruyter, J., Husson, C., Kehlenbeck, H., Kessel, G., Moralejo, E., Steeghs, M., Webber, J., Werres, S. (2009): Report on the risk of entry, establishment, spread and socio-economic loss and enviromental impact and the appropriate level of managment for *Phytophthora ramorum* for the EU. Deliverable Report 28. EU Sixth Framework Project RAPRA.

- Tomlinson, J. A., Boonham, N., Hughes, K. J. D., Griffin, R. L., Barker, I. (2005): On – Site DNA Extracton and Real – Time PCR for Detection of *Phytophthora ramorum* in the Field. Applied and Environmental Micrbiology 71: 6702 – 6710.
- Tsopelas, P., Paplomatas, E. J., Tjamos, S. E., Soulioti, N., Elena, K. (2011): First report of *Phytophthora ramorum* in Greece. Plant Disease 95: 223.
- Werres, S., Kaminski, K. (2005): Characterization of European and North American *Phytophthora ramorum* isolates due to their morphology and mating behaviour *in vitro* with heterothallic *Phytophthora* species. Mycology Research 109: 860 – 871.
- Werres, S., Marwitz, R., Man in't Veld, A., Cock de, A. W. A. M., Bonants, P. J. M., Weerdt de, M., Themann, K., Ilieva, E., Baayen, R. P. (2001): *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. Mycology Research 105: 1155 – 1165.
- Zerjav, M., Munda, A., Lane, C. R., Barnes, A. V., Hughes, K. J. D. (2004): First report of *Phytophthora ramorum* on container-grown plants of rhododendron and viburnum in Slovenia. Plant Pathology 53: 523.

***Phytophthora ramorum* – PRESENCE AND STATUS IN SERBIA**

Mira Vojvodić, Isidora Knežević, Miljan Grkinić, Aleksandra Bulajić

*University of Belgrade – Faculty of Agriculture, Institute for Plant Protection, Belgrade,
bulajic_aleksandra@yahoo.com*

Summary

Quarantine pathogen *Phytophthora ramorum* Werres, de Cock and Man in 't Veld is the causal agent of sudden oak death (SOD) and necrosis of leaves, buds and branches of numerous ornamental and forest plants. Known as extremely aggressive pathogen, *P. ramorum* is very harmful for the susceptible plants wherever is present and for that reason the presence and distribution is regularly monitored all over the world. Host range of *P. ramorum* in the USA mainly includes different oaks and forest plants, while in the Europe susceptible host plants mainly includes poplar and widely grown ornamentals. Susceptible host plants are common in international trade which makes the risk for introductions high and permanent. So far, *P. ramorum* has been detected in at least 20 countries in the Europe and nine in the USA. In Serbia, permanent monitoring is lasting since 2006. Over 18,000 plants were examined in our country collected in nurseries, garden centres, retails and small shops as well as on phytosanitary check points in international trade. In that period, over 1.300 samples were collected from over 50 susceptible cultivars, species or genera. Sampled plants exhibited symptoms of necrosis of leaves, buds or branches, while smaller number of samples included symptomless plants in order to detect latent infections. In this paper, the most important results of 16 yearlong research are presented, including the results of the first detection of *P. ramorum* in infected *Rhododendron* and *Pieris* plants. A successful eradication has been confirmed by intensive every year sampling and not even in samples analysed in 2022 the pathogen was not detected. According to our results, *P. ramorum* status in Serbia confirms that pathogen is not present.

KARANTINSKE VRSTE NEMATODA NA UKRASNOM BILJU

Jasmina Bačić, Miloš Pavlović

Istraživačko-razvojni institut Tamiš d.o.o., Pančevo, Srbija
bacic@institut-tamis.rs

Rezime

Ukrasno bilje napada veliki broj štetočina i patogena, uključujući i fitoparazitne vrste nematoda. Hrane se na ili unutar lukovica, lišća, semena, stabljika i korenovog sistema kao ektoparaziti i endoparaziti. Neke vrste iz roda *Meloidogyne*, *Ditylenchus* i *Aphelenchoides* nalaze se na listi karantinskih organizama u svetu i u našoj zemlji. Prenose se inficiranim sadnim materijalom, zemljištem, mehanizacijom ili irigacijom. Korenove nematode (*Meloidogyne* spp.) su najzastupljenije vrste koje mogu izazvati velike štete posebno na drvenastim ukrasnim biljkama i obuhvaćene su posebnim nadzorom i u ukrasnom bilju u okviru godišnjeg programa mera zaštite zdravlja bilja Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Stabljikine nematode (*Ditylenchus* spp.) i lisne nematode (*Aphelenchoides* spp.) mogu izazvati ozbiljne probleme u proizvodnji ukrasnih lukovičastih i zeljastih višegodišnjih biljaka. U ovom preglednom radu su izložena dosadašnja saznanja o vrstama *Meloidogyne chitwoodi*, *M. enterolobii*, *M. mali*, *Ditylenchus dipsaci*, *D. destructor*, *Aphelenchoides besseyii*, *A. ritzemabosi* i *A. fragariae* sa posebnim osvrtom na aktuelna ispitivanja ukrasnih biljaka domaćina, raspostranjenosti, biologije, detekcije, fitosanitarnog rizika i mere suzbijanja.

Ključne reči: Ukrasno bilje, biljni karantin, korenove nematode, stabljikine nematode, lisne nematode

Uvod

Ukrasno bilje napada veliki broj štetočina i patogena, uključujući i fitoparazitne vrste nematoda. Generalno se mogu podeliti na dva tipa zavisno na kom delu biljke se hrane. Prvi tip se hrani na nadzemnim delovima biljaka (lišće, pupoljci, stabljika) pri čemu prouzrokuju njihovo deformisanje, nekrozu (vrste iz roda *Aphelenchoides* i *Ditylenchus*). Drugi tip su nematode koje napadaju podzemne delove biljaka (koren, lukovice) izazivajući njihovo oštećenje, zadebljanja i usporen razvoj biljaka (vrste iz roda *Meloidogyne* i *Ditylenchus*). Mogu se podeliti i na ektoparazite (vrste iz roda *Aphelenchoides*) ili endoparazite (vrste iz roda *Meloidogyne*, *Ditylenchus* i *Aphelenchoides*) zavisno da li se njihov životni ciklus odvija na ili unutar biljke.

Ekonomski najznačajnije vrste nematoda iz roda *Meloidogyne*, *Ditylenchus* i *Aphelenchoides* nalaze se na listi karantinskih organizama u svetu i u našoj zemlji. Prenose se inficiranim sadnim materijalom, zemljištem, mehanizacijom ili irigacijom. Karantinske vrste iz roda *Meloidogyne* (korenove nematode) su najzastupljenije i mogu izazvati velike štete na ukrasnim drvenastim biljkama, naročito u zaštićenom prostoru. Karantinske vrste iz roda *Ditylenchus* (stabljikine nematode) i *Aphelenchoides* (lisne nematode) prouzrokuju ozbiljne probleme u proizvodnji ukrasnih lukovičastih i zeljastih višegodišnjih biljaka.

U ovom preglednom radu su izložena dosadašnja saznanja o karantinskim vrstama *Meloidogyne chitwoodi*, *M. enterolobii*, *M. mali*, *Ditylenchus destructor*, *D. dipsaci*, *Aphelenchoides besseyi*, *A. ritzemabosi* i *A. fragariae* sa posebnim osvrtom na aktuelna ispitivanja njihove distribucije u svetu, ukrasnih biljaka domaćina kao i na biologiju, simptome oštećenja, fitosanitarni rizik i mere suzbijanja.

Karantinske vrste iz roda Meloidogyne

Rod *Meloidogyne* obuhvata više od 100 opisanih vrsta. Sve vrste su endoparazitske i neke su poznate po svojem negativnom uticaju na useve širom sveta (Karssen et al., 2013). To su polifagne nematode koje napadaju podzemne delove biljke (koren) gde izazivaju zadebljanja u vidu guka ili gala. Ovo rezultira usporenim porastom, uvenućem i slabim prinosom. U zaštićenim uslovima štete su najveće, posebno ako su prouzrokovane vrstama iz tropske grupe *Meloidogyne*. Jednom kada se unesu korenove nematode u objekat generalno ih je teško suzbiti ili iskoreniti. Način prenošenja ovih vrsta je inficiranim sadnim materijalom ukrasnih biljaka, rizomima, lukovicama, zemljištem, mehanizacijom i irigacijom. Unutar roda *Meloidogyne*, karantinske vrste *Meloidogyne chitwoodi*, *M. enterolobii* i *M. mali* se javljaju na ukrasnim biljkama.

Vrsta *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley (Kolumbijska korenova nematoda), poreklom je iz Severne Amerike. Nalazi se EPPO A2 listi i A1 u Srbiji. U našoj zemlji se sprovodi poseban nadzor ove vrste u usevu krompiru, povrću i ukrasnom bilju i tokom 2021. i 2022. godine nije utvrđeno njeno prisustvo (Sl. Glasnik RS, 2021; 2022). Rasprostranjena je u Severnoj i Južnoj Americi, Južnoj Africi, u EPPO regionu se iz godine u godinu širi. Prisutna je u Belgiji, Holandiji, Francuskoj, Nemačkoj, Rumuniji, Portugaliji, Litvaniji, Španiji, Švedskoj, Švajcarskoj, Turskoj. Ima širok spektar biljaka domaćina. Primarni domaćini su krompir, paradajz i šargarepa. Ukrasne biljke domaćini ove vrste su iz roda *Dahlia*, *Geranium*, *Gladiolus*, *Iris*. Životni ciklus *M. chitwoodi* se završi

za 3-5 nedelje pod povoljnim uslovima. Prezimljava u vidu jaja u želatinoznoj kesi u zemljištu ili na korenu (EPPO, 2016; EPPO, 2023).

Nadzemni simptomi često nisu očigledni, ali se mogu sastojati od različitog stepena zaostajanja u razvoju, uvenuća što sve dovodi do smanjenog prinosa. Simptomi se često ne mogu lako otkriti kod ukrasnih biljaka. Uglavnom su simptomi na podzemnom delu biljke, u vidu proširenja ili zadebljanja na korenu (Slika 1). Fitosanitarni rizik je veći u umerenim regionima Evrope i Severne Amerike za krompir i drugo povrće nego za ukrasne biljke.



Slika 1. Simptomi proširenja na podzemnom delu *Gladiolus* prouzrokovani prisustvo *M. chitwoodi*
<https://gd.eppo.int/taxon/MELGCH/photos> (preuzeto 01.02.2023.)

Ova vrsta ima veoma ograničen potencijal za prirodno kretanje. U zemljištu se mogu kretati samo infektivne larve i to najviše nekoliko desetina centimetara. Način širenja *M. chitwoodi* u novo područje je preko zaraženog sadnog materijala (npr. presađivanje sadnica, rasadnički materijal). Biljni proizvodi koji nisu domaćini (npr. lukovice, krtole i rizomi), oprema i mašine koje su kontaminirane zemljištem zaraženim *M. chitwoodi* takođe mogu dovesti do širenja (EPPO, 2013). Kretanje nematoda takođe može biti olakšano kontaminiranom vodom za navodnjavanje. Suzbijanje je otežano plodoredom imajući u vidu širok spektar domaćina. Biofumigacija može biti dodatna opcija za suzbijanje ove vrste (Ploeg, 2008).

Značajnija po štetnosti za ukrasne biljke je tropska vrsta *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback. Opisana je 1983. na korenu *Enterolobium contortisiliquum*, na ostrvu Hainan u Kini (EPPO, 2016a). Nalazi se na EPPO A2 listi i A1 u našoj zemlji. Prisutna je u severnoj, centralnoj, južnoj Americi, Africi i Aziji. U severnoj Americi detektovana je u

sadnicama ruža poreklom iz Kine. U Evropi *M. enterolobii* je prvi put registrovana u stakleniku u Francuskoj (Blok et al., 2002), ali štetočina više nije prisutna. Takođe je prijavljeno njeno prisustvo u dva staklenika u Švajcarskoj, gde su zabeležene velike štete na paradajzu i krastavcu (Kiewnick et al., 2008). Konstatovana je i u Portugaliji, u privatnim baštama na ukrasnom bilju *Cereus hildmannianus*, *Lampranthus* sp., *Physalis peruviana* i *Callistemon* sp. (Santos et al., 2019). Ova vrsta ima širok spektar biljaka domaćina i visok reprodukcioni faktor posebno u južnim regionima. Može da podnese i niže temperature. Ukrasne biljke domaćini su vrste iz roda *Euphorbia*, *Ficus*, *Gardenia*, *Rosa*, *Cactaceae*. Životni ciklus sličan ostalim vrstama *Meloidogyne*, endoparazit koji završi ciklus za 4-5 nedelja. Izaziva zadebljanja na korenu, napadnute biljke su kržljave i požutele (Slika 2).



Slika 2. Zadebljanja (guke) na korenu *Gardenia* prouzrokovana prisustvom *M. enterolobii* - <https://gd.eppo.int/taxon/MELGMY/photos> (preuzeto 01.02.2023)

Ova vrsta je nekoliko puta presretana u Holandiji, Nemačkoj i Velikoj Britaniji u uvoznom biljnom materijalu (*Cactaceae*, *Singonium* sp., *Ficus* sp., *Ligustrum* sp., *Brachichiton* sp., *Rosa* sp.) iz Azije, Južne Amerike i Afrike.

Glavni načini za širenje nematoda su preko zaraženog sadnog materijala i zemljišta, kao što su biljke domaćini kojima se trguje za sadnju (uključujući reznice) sa korenom, biljke koje nisu domaćini za sadnju sa zemljom, drugi proizvodi koji sadrže zemljište kojima se trguje kao što su krompir, oprema i mašine na kojoj se nalazi zaraženo zemljište, putnici i voda za navodnjavanje (EPPO, 2010).

Fitosanitarni rizik *M. enterolobii* za ukrasne biljke je veliki. Zbog toga posebnu pažnju treba posvetiti uvozu biljaka za sadnju, biljnih proizvoda i zemljište sa područja

gde se javlja *M. enterolobii*. Tako je otkrivena u nekoliko navrata u SAD tokom rutinskog uzorkovanja u rasadnicima ukrasnih biljaka u centralnoj i južnoj Floridi koja ima klimu sličnu južnoj Evropi. Vrlo je verovatno da ova vrsta može da preživi u toplijim delovima EPPO regiona i u staklenicima širom EPPO regiona. Pored toga, ova vrsta je otkrivena na ružama (biljkama za sadnju) poreklom iz Kine što sugerise da može da preživi i nešto niže temperature (EPPO, 2023a)

Zbog zabrane većine nematicida, otpornost, plodored i korišćenje useva koji nisu domaćini kao i suzbijanje korova predstavljaju najefikasnije mere za smanjenje populacija *M. enterolobii* (Coiné et al., 2009; Niczépír & Thomas, 2009). Fitosanitarne mere su slične onim koje preporučuje EPPO za suzbijanje ili iskorenjivanje *Meloidogyne chitwoodi* i *M. fallax* (EPPO, 2023a)

Vrsta *Meloidogyne mali* Itoh, Ohshima & Ichinohei, opisana je na korenu jabuke u Japanu (EPPO, 2018). Ova vrsta je široko rasprostranjena u Japanu. Nalazi se na EPPO A2 listi i A1 u našoj zemlji. Ukrasne biljke domaćini su vrste iz roda *Ficus*, *Geranium*. *Meloidogyne mali* je prvi put otkrivena 2016. godine u Holandiji na *Ulmus chenmoui* i *Rubus fruticosus*. Iste godine *M. mali* je prvi put otkrivena u SAD. Ovo je ujedno i prvi nalaz za Severnu Ameriku. Nematoda je identifikovana u uzorku korena koji je sakupljen sa žive ograde *Euonimus kiautschovicus* (Celestraceae). U EPPO regionu prisutna je u Italiji, Francuskoj, Holandiji, Belgiji i Velikoj Britaniji. Biljke domaćini *M. mali* su mnoge vrste koje imaju ekonomski značaj u hortikulturi (npr. jabuka) i šumarstvu (npr. brest).

Nadzemni simptomi na drveću su vidljivi samo kada je drveće jako zaraženo pri čemu dolazi do opadanja listova i umanjenog rasta. U Holandiji su nekoliko puta prijavljeni slučajevi jako zaraženih brestova koji su bili iščupani tokom ili nakon oluja (EPPO, 2017). Ova vrsta prouzrokuje na korenu krupne gale što dovodi do deformisanja korenovog sistema i usporenog rasta biljaka (Slika 3).



Slika 3. Gale na korenu *Malus pumila* prouzrokovane prisustvom *M. mali* - <https://gd.eppo.int/taxon/MELGMA/photos> (preuzeto 02.02.2023)

Fitosanitarni rizik *M. mali* je velik za drvenaste ukrasne biljke. Parazitira veliki broj drvenastih biljaka domaćina, žbunova i zeljastih biljaka, kao što je navedeno u analizi rizika od štetočina za *M. mali* (EPPO, 2017).

Preporučene fitosanitarne mere su nadzor ove vrste u rasadnicima *Ulmus* i *Malus*, mere iskorenjivanja ukoliko se *M. mali* nađe u rasadnicima kao i informativna kampanja za upozorenje opština i rasadnika na rizike koju predstavlja ova vrsta.

Karantinske vrste iz roda *Ditylenchus*

U okviru roda *Ditylenchus* opisano je oko 80 vrsta, samo par vrsta su fitoparazitne dok je većina vrsta mikofagne (EPPO, 2017a). Karantinske vrste *Ditylenchus destructor* Thorne (stabljikina nematoda krompira) i *D. dipsaci* (Kuhn) Filipjev (stabljikina nematoda) su najznačajnije štetočine lukovičastog ukrasnog bilja. Nalaze se na A2 EPPO listi i A2 listi u Srbiji. Ukrasne biljke domaćini vrste su iz roda *Iris*, *Crocus*, *Dahlia*, *Gladiolus*, *Tulipa*, *Hyacinthus*.

To su endoparaziti koje napadaju podzemne delove biljaka. Kosmopolitske su vrste, rasprostranjene na svim kontinentima. Simptomi na lukovičastom cveću su u vidu površinskih pega pri osnovi lukovica, mrke do crne boje na korenčićima koji propadaju što je karakteristično samo za *D. destructor*. Simptomi prouzrokovani ovim vrstama su zaostali porast, sitni cvetovi koji se u slučaju jačeg napada i ne formiraju (EPPO, 2017a). Prenose se inficiranim sadnim materijalom ukrasnih biljaka, zaraženim zemljištem (lukovice i rizomi), lokalno irigacijom. Za obe vrste, preporučene fitosanitarne mere je proizvodnja zdravog sadnog materijala, npr. zumbula (EPPO, 2002)

Ditylenchus destructor je dugo smatrana kao rasa *D. dipsaci*. Napada podzemne delove biljaka (krtole, stolone, lukovice, rizome, korenje), ali povremeno može zahvatiti i nadzemne delove, uglavnom osnovu stabljike. *Ditylenchus destructor* je u stanju da izdrži isušivanje, ali ne u meri u kojoj to čini *D. dipsaci* i za razliku od ove vrste ona se ne zgrušava u kriptobiotičkom stanju da bi formirala tkz. „nematodnu vunu“ kada biljka počne da se suši. *Ditylenchus destructor* je sposobna da preživi niske temperature i prezimi kao jaja. Uobičajeni simptomi infestacije *D. destructor* su promena boje i truljenje biljnog tkiva podzemnih delova biljaka kao što su krtole, stoloni, lukovice, rizomi, koren (Slika 4).



Slika 4. Simptomi oštećenja na lukovicama *Irisa* prouzrokovani prisustvom *D. destructor*-nezaražene lukovice (levo), slabo, srednje i jako (desno)-<https://gd.eppo.int/taxon/DITYDE/photos> (preuzeto 01.02.2023)

Fitosanitarne mere za nadzor ove vrste je proizvodnja zdravog sadnog materijala. Lukovice zaražene *D. destructor* proizvode biljke koje su usporenog porasta i podložne napadima sekundarnih patogena. Međutim, nema karakterističnih simptoma na nadzemnim delovima.

Fitosanitarni rizik za vrstu *D. destructor* je u slučaju kada su temperature između 15-20 °C i kada je relativna vlažnost iznad 90%. Nematode unutar lukovica se ubijaju održavanjem temperature 44,5 °C nekoliko sati. Preporučuje se njihovo skladištenje pre tretmana 1-2 nedelje na 25 °C (EPPO, 2017a)

Ditylenchus dipsaci živi u nadzemnim delovima biljaka (stabljike, listovi, cvetovi), ali napada i lukovice, krtole i rizome. Ova vrsta je značajnija po štetnosti na lukovičastom cveću. Utvrđeno je da ima više rasa. Rasa na lalama zaraziće narcis, dok rasa sa narcisa se ne razmnožava na lalama. Poznato je da se neke od rasa mogu da se ukrštaju (EPPO, 2017a). Rasa *D. dipsaci* koja napada zumbul nije uobičajena ali, kada se otkrije, simptomi mogu biti ozbiljni. Listovi su iskrivljeni i pokazuju svetle pruge sa povremenim otocima. U mnogim slučajevima, zaražene lukovice ne uspevaju da rastu kada se posade (EPPO, 2002)

Napada vrste iz roda *Dianthus*, *Crocus*, *Hyacinthus*, *Phlox*, *Narcissus*, *Hydrangea*. Uobičajeni simptomi infestacije su promena boje i zaostajanje nadzemnih delova biljaka, nekroza i truljenje lukovica. Hrani se u parenhimskom tkivu zbog čega napadnuto tkivo truli i postaje meko. Na lukovicama zumbula i narcisa simptomi su u vidu koncentričnih mrkih prstenova (Slika 5).



Slika 5. Simptomi oštećenja na lukovicama *Narcissus* prouzrokovani prisustvom *D. dipsaci*-
<https://gd.eppo.int/taxon/DITYDI/photos>
 (preuzeto 01.02.2023)

Kod vrste *D. dipsaci* fitosanitarni rizik je u umerenim klimatima. U međunarodnom prometu *D. dipsaci* se prenosi na suvom semenu (npr. *Phlox drummondii*) i sadnim materijalom biljaka domaćina. Larve četvrtog stadijuma mogu podneti isušivanje i preživeti bez biljke domaćina dugi niz godina. Takođe mogu preživeti na velikom broju korova. Veće su štete na teškim zemljištima nego na peskovitim. U glinovitim zemljištima *D. dipsaci* može opstati dugi niz godina. Hladni, vlažni uslovi su povoljni za infekciju. Voda za navodnjavanje i kontaminirani poljoprivredni alati i mašine su drugi izvori širenja inokuluma.

Kontrola plodoredom je ograničena zbog polifagnosti nekih rasa *D. dipsaci* i postojanošću nematoda u glinovitim zemljištima. Hemijski tretmani zemljišta nisu ekonomski opravdane za velike površine. Međutim, ponekad je potrebno tretirati male površine, da bi se iskorenila mala zaraza pre nego što se proširi. Sertifikovano seme i sadni materijal bez nematoda su najvažniji za sprečavanje širenja *D. dipsaci*. Primenjuje se potapanje lukovica (irisa) u vodu sa 0,5% formaldehidom na 43,5 °C u trajanju od 2 do 3 sata. Ubacivanjem zagrejanog vazduha do 30 °C u trajanju od 7 dana u kojoj se skladišti lukovičasti biljni materijal smanjuje populaciju (EPPO, 2017a).

Karantinske vrste iz roda Aphelenchoides

Lisne nematode iz roda *Aphelenchoides* čine grupu štetnih vrsta koje napadaju nadzemne delove biljaka (list, pupoljke i cvetne listiće). Mogu biti ektoparaziti i endoparaziti. Tipični simptomi koje izazivaju lisne nematode su žutilo, hloroza i nekroza. Zbog toga su veliki problem za proizvođače ukrasnih biljaka jer svaka napadnuta biljka smatra se izgubljena iz estetskih razloga. Životni ciklus na 18 °C traje oko desetak dana. Napadnuti delovi padaju na zemlju tako da ove vrste imaju svoju zemljišnu fazu gde mogu da prežive nekoliko meseci. U napadnutom tikivu, naročito ako je suvo, nematode mogu održati svoju vitalnost i do 2 godine. Prezimljavanje je najčešće u lisnim pupoljcima, a širenje sa biljke na biljku u uslovima vlage (Krnjaić i Krnjaić, 1987)

Od karantinskih vrsta izdvajaju se *Aphelenchoides besseyi* Christie (lisna nematode pirinča), *A. ritzemabosi* (Schwartz) Steiner & Buhrer (hrizantemina lisna nematoda) i *A. fragariae* Ritzema Bos Christie (jagovina lisna nematoda). Napadaju širok spektar ukrasnih biljaka u plastenicima i objektima za proizvodnju sadnog materijala ukrasnih biljaka. *Aphelenchoides besseyi* je manje prisutna na ukrasnim biljkama u odnosu na *A. ritzemabosi* i *A. fragariae* koje su prisutne u umerenim klimatima (Kohl, 2011). Prve dve polifagne vrste nalaze se na A2 EPPO listi.

U EPPO regionu su prisutne u Azerbejdžanu, Bugarskoj, Gruziji, Italiji, Kirgizstanu, Rumuniji, Severnoj Rusiji, Turskoj, Ukrajini i Uzbekistanu (EPPO, 2017b). U Srbiji ove dve vrste nisu registrovane (A1 lista), dok je *A. fragariae* utvrđena na ljubičicama (*Viola*) i jagorčevini (*Primula*) zbog čega se nalazi A2 listi (Krnjaić i Krnjaić, 1987). Od drugih ukrasnih biljaka domaćina izdvajaju se vrste iz roda *Chrysanthemum*, *Lilium*, *Ficus*, *Begonia*, *Hibiscus*, *Anemona*, *Gloxinia*.

Na hrizantemama simptomi se ispoljavaju na listovima i cvetovima u vidu zaostalog porasta, naboranosti, nekroza (Slika 6). Kod *Ficus elastica* ova vrsta je endoparazit, prouzrokuje opadanje listova i lezije listova.



Slika 6. Simptomi nekroza na lišću hrizantema prouzrokovani prisustvom *Aphelenchoides fragariae* i *A. ritzemabosi*
<https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/foliar-nematodes> (preuzeto 01.02.2023)

Način širenja ovih vrsta je inficiranim sadnim materijalom ukrasnih biljaka, lokalno irigacijom, poplavama. Prekomerno navodnjavanje omogućava lisnim nematodama da se u kapljicama vode prenesu do susednih, nezaraženih biljaka. Takođe se mogu širiti iz direktnog kontakta zaraženog lista sa neinficiranim biljnim tkivom. Fitosanitarni rizik ovih vrsta je u toplijim EPPO regionima.

Preporučene fitosanitarne mere su sprečavanje širenja inokuluma sa zaraženih biljaka.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, broj ugovora 451-03-47/2023-01/200054

Literatura

- Blok V.C, Wishart J., Fargette M., Berthier K. & Phillips M.S. (2002) Mitochondrial differences distinguishing *Meloidogyne mayaguensis* from the other major species of tropical root-knot nematodes. *Nematology* **4**: 773–781.
- Coine D.L., Fourie H.H. & Moens M. (2009) Current and future management strategies in resource-poor farming. In: *Root-Knot Nematodes* (Ed. Perry R.N., Moens M. & Starr J.K.), pp. 444–475. CAB International, Wallingford (UK).
- EPPO (2002) Classification scheme for hyacinth. *EPPO Bulletin* **32**: 49–53.
- EPPO (2010) Pest Risk Analysis for *Meloidogyne enterolobii*. Document 10-16243. Paris. Available at <https://gd.eppo.int/taxon/MELGMY/documents>
- EPPO (2013) EPPO Standard PM 9/17 (1) *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax*. *EPPO Bulletin* **43**: 527–533.
- EPPO (2016) EPPO Standard PM 7/41 (3) *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax*. *EPPO Bulletin* **46**, 171–189.
- EPPO (2016a) EPPO Standard PM 7/103 (2) *Meloidogyne enterolobii*. *EPPO Bulletin* **46**: 190–201. Available at <https://gd.eppo.int/standards/PM7/> .
- EPPO (2017) Pest Risk Analysis for *Meloidogyne mali* (Tylenchida: Meloidogynidae). <https://gd.eppo.int/taxon/MELGMA/documents> (Express PRA for *Meloidogyne mali*).
- EPPO (2017a) EPPO Standard PM 7/87 (2) *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. *EPPO Bulletin* **47**(3): 401–419.
- EPPO (2017b) EPPO Standard PM 7/39 (2) *Aphelenchoides besseyi*. *EPPO Bulletin*, **47** (3): 384–400.
- EPPO (2018) EPPO Standard PM 7/136 (1) *Meloidogyne mali*. *EPPO Bulletin* **48** (3): 438–445.
- EPPO (2023) *Meloidogyne chitwoodi*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. Available online. <https://gd.eppo.int>.
- EPPO (2023a) *Meloidogyne enterolobii*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. Available online. <https://gd.eppo.int>
- Karssen G., Moens M. & Wesemael W. (2013) Root-knot nematodes. In: *Plant Nematology*, (2nd ed.). (Eds Perry R. & Moens M.), pp. 59–88. CABI Publishing, Wallingford, (UK).

- Kiewnick S., Karssen G., Brito J.A., Oggenfuss M. & Frey J.E. (2008) First report of root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* on tomato and cucumber in Switzerland. *Plant Disease* **92**: 1370.
- Kohl, L. M., Warfield, C. Y., & Benson, D. M. (2010) Population dynamics and dispersal of *Aphelenchoides fragariae* in nursery-grown lantana. *Journal of Nematology*, 42:332-341.
- Krnjajić Đ i Krnjajić S. (1987) Fitonematologija: štetne nematode u biljnoj proizvodnji i suzbijanje, Nolit, Beograd. pp. 274-277.
- Nyczepir A.P. & Thomas S.H. (2009). Current and future management strategies in intensive crop production systems. In: *Root-Knot Nematodes* (Ed. Perry R.N. Moens M. & Starr J.K.), pp. 412–443. CAB International, Wallingford (UK).
- Ploeg A. (2008). Biofumigation to manage plant-parasitic nematodes. In: *Integrated management and biocontrol of vegetable and grain crops nematodes* (Ed. By Ciancio A., Mukerji K.G.), pp. 239-258. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Santos D., Abrantes I. & Maleita C. (2019) The quarantine root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* – a potential threat to Portugal and Europe. *Plant Pathology* **68**: 1607-1615.
- Službeni glasnik RS (2021) Pravilnik o utvrđivanja programa mera zaštite zdravlja bilja za 2021. godinu, br. 51/21. http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2021_05/SG_051_2021_008.html.
- Službeni glasnik RS (2022). Pravilnik o utvrđivanja programa mera zaštite zdravlja bilja za 2022. godinu, br. 58/22. <https://www.paragraf.rs/glasila/rs/sluzbeni-glasnik-republike-srbije-58-2022.html>.

QUARANTINE SPECIES OF ORNAMENTAL PLANTS NEMATODES

Jasmina Bačić, Miloš Pavlović

Istraživačko-razvojni institut Tamiš d.o.o., Pančevo, Srbija
bacic@institut-tamis.rs

Summary

Ornamental plants are hosts of great number of plant pathogens and pests, including plant nematodes. They can be inside or on bulbs, leaves, seeds, stems or root systems as ectoparasites or endoparasites. Some species from genus *Meloidogyne*, *Ditylenchus* and *Aphelenchoides* are on EPPO quarantine lists and quarantine list of Republic of Serbia. Introduction in new areas or spreading from field to field is by infected plant propagation material, soil, mechanization or irrigation. Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are most common and most widesperad species that can cause great damage, especially on woody ornamental plants and they are on plant health survey of Ministry of Agriculture, forestry and water management of Republic of Serbia. Stem nematodes (*Ditylenchus* spp.) and folliar nematodes (*Aphelenchoides* spp.) can cause serious damage in production of bulb ornamental plants and herbaceous parennial plants.

This overview article contains latest findings on species *Meloidogyne chitwoodi*, *M. mali*, *M. enterolobii*, *Ditylenchus dipsaci*, *D. destructor*, *Aphelenchoides besseyii*, *A. ritzemabosi* and *A. fragariae*, especially current researches of their distribution, ornamental host plants, biology, phytosanitary risk and control measures.

Key words: ornamental plants, plant health quarantine, root-knot nematodes, stem nematodes, folliar nematodes

LISNE BUVE (HEMIPTERA: PSYLLOIDEA) UKRASNIH BILJAKA

Duška Jerinić-Prodanović

Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet
dusanka@agrif.bg.ac.rs

Rezime

Lisne buve su relativno sitni insekti, dužine tela 1-5 mm. Isključivo su fitofagne u stadijumu larve i imaga. U stadijumu larve su usko ishranom vezani za biljku domaćina, a veći stepen polifagnosti imaju u stadijumu imaga. Naseljavaju uglavnom višegodišnje drvenaste biljke, ređe se sreću i na zeljastim biljkama. Oštećenja na biljkama izazivaju isisavanjem biljnih sokova, kao i lučenjem fermentata u biljno tkivo. Usled takve ishrane dolazi do sušenja listova, deformacija biljnih organa, obrazovanja gala. Veliku ulogu imaju i kao vektori fitopatogenih mikroorganizama, u prvom redu fitoplazmi. Osim toga, lisne buve kao krajnji produkt metabolizma luče mednu rosu, koja se razliva po biljnim organima i predstavlja pogodan supstrat za razviće saprofitnih gljiva čađavica, koje narušavaju estetski izgled biljaka i dovode do smanjenja asimilacione površine biljaka i time iscrpljuju biljke a u krajnjoj instanci izazivaju njihovo sušenje. Veći broj ukrasnih biljaka predstavlja domaćine lisnim buvama. Među njima su najznačajnije vrste iz roda *Psyllopsis* na *Fraxinus* spp., *Cacopsylla melanoneura*, *C. affinis*, *C. crataegi* i *C. peregrina* na *Crataegus oxyacantha*, zatim *Psylla buxi* na *Buxus sempervirens*, *Cacopsylla ulmi* na *Ulmus effusa*, *Trioza centranthi* na *Centranthus ruber*. Poslednjih godina zapažen je prodor novih invazivnih vrsta među kojima su: *Acizzia jamatonica* na *Albizia julibrissin*, *Cacopsylla pulchella* na *Cercis siliquastrum*, *Trioza neglecta* na *Elaeagnus angustifolia*, *Homotoma ficus* na *Ficus carica*, *Calophia rhois* na *Cotinus coggygria*, koje su utvrđene i na području Beograda. Uzimajući u obzir da veliki broj vrsta naseljava razne gajene biljke, u prvom redu dekorativne, dobro poznavanje ove grupe insekata treba da doprinese poboljšanju zaštite pre svega urbanog zelenila. Sa uvozom ukrasnih biljaka iz raznih zemalja, u Srbiju su introdukovane neke invazivne vrste lisnih buva veoma značajne štetočine. Time se nameće potreba stalnog monitoringa i primena što adekvatnijih metoda u cilju suzbijanja ovih insekata.

JUMPING PLANT-LICE (HEMIPTERA: PSYLLOIDEA) OF ORNAMENTAL PLANTS

Duška Jerinić-Prodanović

*University of Belgrade – Faculty of Agriculture
dusanka@agrif.bg.ac.rs*

Summary

Jumping plant-lice are relatively small insects, with a body length of 1-5 mm. They are exclusively phytophagous in the larval and imago stages. In the larval stage they are closely related to the host plant by diet, and show a higher degree of polyphagy in the stage of imago. They inhabit mostly perennial woody plants, and can less often be encountered on herbaceous plants. Damage to plants is caused by sucking out plant juices, as well as by excreting ferments into plant tissue. As a result of such a diet, leaves dry out, there are plant organ deformities, and galls are formed. They also play a major role as vectors of phytopathogenic microorganisms, primarily phytoplasmas. In addition, jumping plant-lice excrete honey dew as the end product of metabolism, which is poured on plant organs and is a suitable substrate for the development of saprophytic sooty mould, which disrupts the aesthetic appearance of plants and leads to a decrease in the assimilation surface of plants, thereby exhausting the plants and ultimately causing their drying. A large number of ornamental plants are hosts to jumping plant-lice. The most significant species among them are the ones from the genus *Psyllopsis* on *Fraxinus* spp., *Cacopsylla melanoneura*, *C. affinis*, *C. crataegi* and *C. peregrina* on *Crataegus oxyacantha*, then *Psylla buxi* on *Buxus sempervirens*, *Cacopsylla ulmi* on *Ulmus effusa*, and *Trioza centranthi* on *Centranthus ruber*. In the past few years, a spread of new invasive species has been recorded, including: *Acizzia jamaconica* on *Albizia julibrissin*, *Cacopsylla pulchella* on *Cercis siliquastrum*, *Trioza neglecta* on *Elaeagnus angustifolia*, *Homotoma ficus* on *Ficus carica*, and *Calophia rhois* on *Cotinus coggygria*, which were also found in the area of Belgrade. Taking into account that a large number of species inhabit various cultivated plants, primarily ornamental species, good knowledge of this group of insects should contribute to improving the protection of primarily urban greenery. With the import of ornamental plants from various countries, some invasive species of jumping plant-lice that are significant pests were introduced to Serbia. This imposes a need for constant monitoring and the application of the most adequate methods to combat these insects.

NOVI RIZIK ZA ZDRAVLJE JASENA – MASOVNA POJAVA *NEOCLYTUS ACUMINATUS* (F.) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE)

Milka Glavendekić¹, Darko Ivković², Ivan Rajčić³

¹Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu,
milka.glavendekic@sfb.bg.ac.rs

²JKP "Dunav Veliko Gradište", Veliko Gradište

³Opština Veliko Gradište, Opštinska uprava, Odeljenje za lokalni ekonomski razvoj, Veliko Gradište

Rezime

Među najčešćim vrstama drveća na elementima zelene infrastrukture su predstavnici roda *Fraxinus* (Fam. Oleaceae), koji uključuje više od 60 vrsta pretežno rasprostranjenih u umerenom pojasu. U Srbiji ima 4 native vrste i jedna podvrsta: crni jasen (*F. ornus* L.), beli jasen (*F. excelsior* L.), poljski jasen (*F. angustifolia* Vahl.), oštrolišni jasen (*F. angustifolia* subsp. *oxycarpa* (Willdenow) Franco & Rocha Afonso) i maljavi poljski jasen (*F. pallisae* Willmott). Poljski jasen je prirodno rasprostranjen u priobalju Mediterana i Crnog Mora, od Atlantika u Portugaliji, zapadne Francuske i u Panonskoj niziji.

Fraxinus angustifolia 'Raywood' – crvenolisni poljski jasen, je vredan kultivar, koji se često gaji u drvoredima. Malo je tolerantan prema vetru. Odgovaraju mu lesna zemljišta, peskovita, glinovita sa niskim ili umerenim sadržajem hranljivih materija. U pogledu vlage zemljišta, nije zahtevan jer najbolje uspeva u suvom i veoma suvom zemljištu. U pogledu svetlosnog režima, traži sunčane i delimično zasenjene ekspozicije. Veoma je tolerantan prema kiselosti zemljišta, podnosi kiselo, neutralno i bazno zemljište. Oblik krošnje je široko jajolik, poluotvorena krošnja dostiže visinu od 15-20 m i širinu od 8-12 m. Među najviše cenjenim estetskim karakteristikama, ovaj kultivar ima bogat jesenji kolorit lišća, koji varira od naranžaste, crveno-ljubičaste do ljubičaste.

Prema raspoloživoj literaturi u Srbiji, rod *Fraxinus* je odnosima ishrane povezan sa 98 vrsta štetnih insekata, 6 *Phytophthora* spp., 1 vrstom bakterije i 9 vrsta fitopatogenih gljiva. Kompleks biotičkih i abiotičkih faktora koji izazivaju sušenje jaseana su velika pretnja šumskim ekosistemima i zelenoj infrastrukturi gde se gaje kultivari jaseana. Proučavanja u 2022. godini na području opštine Veliko Gradište pokazuje da je crvenoglavi jasenov krasac *Neoclytus acuminatus* (F.) (Coleoptera: Cerambycidae) izazvao lokalno prenamnoženje i sušenje stabala jaseana u drvoredu. Disekovanja delova stabla od

korenovog vrata, duž debla i grana različitog prečnika, pokazala su veoma visoku populacionu gustinu štetočine. Ovaj rad ima za cilj da proučavanjem biologije i razvojnog stadijuma *N. acuminatus* doprinese zdravstvenom stanju kultivara jasena na elementima zelene infrastrukture time što će obavestiti stručnjake iz hortikulturne industrije (proizvođače sadnog materijala), službe zaštite šuma i ukrasnih biljaka i druge, da preduzmu preventivne mere da bi se smanjio rizik da ova strana vrsta ugrozi jasen.

Uvod

Na elementima zelene infrastrukture često se kao izuzetno dekorativno drveće, žbunaste, kalemljene ili topijarne forme gaje kultivari jasena (*Fraxinus* spp.) (Fam. Oleaceae). Preko 60 vrsta pripada rodu *Fraxinus*, koje su pretežno rasprostranjene u regionima sa umerenom klimom. U Srbiji postoje 4 autohtone vrste и jedna подврста: crni jasen (*F. ornus* L.), beli jasen (*F. excelsior* L.), poljski jasen (*F. angustifolia* Vahl.), oštrolišni jasen (*F. angustifolia* subsp. *oxycarpa* (Willdenow) Franco & Rocha Afonso) i balkanski jasen (*F. pallisae* Willmott) (Цвјетићанин et al., 2016, Jovanović, 1986). Poljski jasen je rasprostranjen duž obala Mediterana i Crnog Mora, do Atlantika u Portugalu, zapadne Francuske i Panonske nizije.

Fraxinus angustifolia 'Raywood' – crvenolisni poljski jasen je vredan i dekorativan kultivar, koji se često gaji u drvodredima (sl. 1) širom sveta (Palearktik, Nearctic i dr.). Blago je tolerantan na vetar, osim ako nisu mlada stabla. Dobro podnosi pulutante u vazduhu i posipanje soli na saobraćajnicama u toku zime. Ovaj kultivar je preferentan prema lesnom zemljištu, peskovitom i glinovitom i tolerantan je prema supstratu koji ima nizak ili umeren sadržaj hranljivih materija. Podnosi suvo ili veoma suvo zemljište. U pogledu zahteva prema svetlosti, *F. angustifolia* 'Raywood' podnosi osunčane ili delimično zasenjene ekspozicije. Veoma je tolerantan u pogledu kiselosti zemljišta jer podnosi zemljište sa rasponom pH vrednosti od kiselog, neutralnog do alkanog zemljišta. Krošnja crvenolisnog poljskog jasena je široko jajastog oblika, poluotvorena i može da dostigne visinu od 15-20 m i širinu od 8-12 m. Među najvažnijim estetskim svojstvima ovaj kultivar se odlikuje izuzeto varijabilnim bojama lišća u jesen, koje variraju od narandžaste, crvenoljubičaste, do ljubičaste (sl. 2).



Slika 1. Drvored crvenolisnog jasena u V. Gradištu (04.08.2022.)



Slika 2. Drvored crvenolisnog jasena u V. Gradištu (13.09.2022. godine)

Uvidom u raspoloživu literature u Srbije je rod *Fraxinus* trofički vezan sa 98 vrsta insekata (štetočine lista, korena, grana, debla) (Mihajlović, 2008), 6 *Phytophthora* spp. (Milenković, 2015), 1 bakteriju (*Pseudomonas savastanoi* var. *Fraxini* (Br.) (Dow.) и 9 фитопатогених гљива и гљива трулежница (Karadžić, 2010; Karadžić et al., 2011, Keča et al., 2017). Kompleks biotičkih i abiotičkih faktora koji izazivaju sušenje jasena predstavljaju veliku opasnost za šumske ekosisteme i zelenu infrastrukturu gde se gaje kultivari jasena.

Proučavanja u 2022. godini na području Opštine Veliko Gradište pokazala su da je crvenoglavi jasenov krasac *Neoclytus acuminatus* (F.) (Coleoptera: Cerambycidae) izazvao lokalnu gradaciju i sušenje nekoliko stabala jasena u drvoredu. Poznato je da *N. acuminatus* potiče iz Severne Amerike i unet je u Evropu 1851. godine u Istru, Hrvatska. Prirodnim rasprostranjenjem i ponovljenim introdukcijama, ova vrsta se raširila i danas je široko rasprostranjena u Evropi (Austrija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Francuska, Hrvatska, Italija, Mađarska, Nemačka, Portugalija, Republika Češka, Rumunija, Slovačka, Slovenija, Srbija, Švajcarska, Velika Britanija) u severozapadnoj Africi, Kavkazu, Iranu, Jermeniji i Maloj Aziji (Mihajlović, 2008). Od 1954. godine uneta je u Argentinu i aktivno se širi (Keszthelyi, 2021), što podstiču pogodni klimatski uslovi. Ima indicija da promenjeni uslovi klime doprinose širenju areala ove strane vrste i povećanju broja generacija, što je važna osobina invazivnih vrsta.

Široka je polifaga i biljke domaćini pripadaju rodovima *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Castanea*, *Cercis*, *Corylus*, *Euonymus*, *Fagus*, *Ficus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Lonicera*, *Morus*, *Ostrya*, *Prunus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Salix*, *Tilia*, *Populus*, *Robinia*, *Rosa*, *Vitis*, *Ulmus*. Može da se razvija i u četinarskom drvetu rodova *Abies*, *Picea* i *Tsuga*. O štetnosti nema mnogo podataka osim

da je u Sloveniji u blizini Kopra ustanovljeno da izaziva propadanje pritki koje se koriste u vinogradima. Među stručnjacima vlada mišljenje da nije invazivna, ali sa ovom tvrdnjom treba biti oprezan jer promenjeni uslovi klime utiču na promene ponašanja insekata. Odrasli insekti su dobri letači i mogu aktivnim letom da prelate velike distance pa tako šire svoj areal. Srbiji je veoma česta. Nalažena je u mrtvom drvetu gledičije, bresta, bagrema i duda. U jednoj grani nalazi se više larvi i takve grane se tokom zime lome, naročito ako su izložene jakom vetru ili ako su obilne snežne padavine (Mihajlović, 2008). Prema istraživanjima u Sloveniji, Hrvatskoj i Mađarskoj, posebno su podložni jakim infestacijama skoro svi tvrđi lišćari koji pripadaju rodovima *Fraxinus*, *Quercus*, *Carya*, *Diospyros* i *Celtis* i to naročito neobrađeni trupci sa korom (Jurc et al., 2016).

Ima jednogodišnju generaciju, ali u područjima sa hladnijom klimom treba dve godine da završi svoje razviće. U Severnoj Americi u južnim područjima može da razvije tri generacije u toku jedne godine. Imaga su danju aktivna, ne hrane se i retko posećuju cvetove. Mužjaci proizvode agregacione feromone i zato često može da se nađe više jedinki na jednom mestu.

Materijal i metode rada

Vizuelni pregledi su obavljani 04.08.2022. godine, 13.09.2022. godine, 19.10.2022. godine i 22.12.2022. godine u drvoredu *F. angustifolia* 'Raywood' (koordinate 44°45'30"N 21°29'45"E) (sl. 3). Drvored se nalazi nešto više od 2 km udaljen od Gradskog parka u Velikom Gradištu. U laboratoriju su prilikom svakog dolaska donošene grane za gajenje u laboratoriju. U oktobru je posećeno suvo stablo i veći deo debla i grane su doneti u laboratoriju na gajenje da bi se dobila imaga.



Slika 3 Položaj drvoreda



Slika 4. Uzorci sakupljeni 19.10.2022.

Disekcijom delova debla i grana ustanovljena je veoma visoka infestacija. Uzorci su gajeni na sobnoj temperaturi i prva imaga su se pojavila u trećoj dekadi novembra. Uzorci sakupljeni 22.12.2022. godini su još na gajenju da bi se dobila imaga *N. acuminatus* ili parazitoidi, njegovi prirodni neprijatelji.

Rezultati i diskusija

Drvoređ crvenog poljskog jasena je posađen u jesen 2013. godine. Školovane sadnice sa busenom su kupljene u rasadniku u centralnoj Srbiji (Veliki Šiljegovac). Prema rečima proizvođača, kalemljene su na podlogu belog jasena. U vreme sadnje, sadnice su imale obim 8-10 cm i visinu oko 3 m. Posle sadnje tri godine je obavljano zalivanje jednom nedeljno krajem proleća, u leto i početkom jeseni. U sušnom periodu zalivanje je obavljano dva puta nedeljno. Voda za zalivanje potiče iz obližnjih kanala. Za zalivanje jedne sadnice utrošeno je oko 10 l vode. Na rastojanju oko 20-30 m od drvoređa nalazi se melioracioni kanal i snabdevanje vodom je bilo obezbeđeno. U 2019. godini je obavljeno orezivanje, tako što su skraćeni vrhovi sadnica zbog blizine elektroinstalacija (iznad ili pored drvoređa). Zbog blizine saobraćajnice u cilju bezbednosti saobraćaja, orezane su donje grane da bi se podigle krošnje. Prihranjivanje nije vršeno jer se u blizini nalaze oranice, koje se redovno prihranjuju pa su sadnicama bile dostupne hranljive materije sa poljoprivrednog zemljišta.

Vizuelni pregled početkom avgusta 2022. godine je ukazao da postoje suva stabla (sl. 5). Na njima su bile vidljive pukotine duž debla (sl. 6A), koje ukazuju na oštećenja od sunčeve radijacije. Ovo može da bude važan faktor fiziološkog slabljenja jasena. Na stablima jesena se vidi dosta tragova lišaja, što ukazuje da su sadnice rasle u vlažnoj i hladnoj sredini. Na kori su primećeni izletni otvori, a disekcijom delova kore je ustanovljeno da je pod korom razvijena populacija *Leperisinus varius* (F.) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) - malog jasenovog potkornjaka (sl. 6B).



Slika 5. Suvo stablo u drvoredu, 04.08.2022. godine



A



B

Slika 6. A) pukotine duž debla, B) materinski hodnici *L. varius*



Slika 7. Podsadeno stablo posle sušenja prvobitno posadene sadnice

Pojedina stabla su mlađa, što ukazuje da su zamenjena (sl 7), odnosno da je i ranije bilo suvih stabala u drvoredu i da je podsađivanjem nadoknađen gubitak. Propadanje stabala koje izazivaju insekti koji žive pod korom i u drvetu (ksilofage, ksilofilni insekti) najčešće posle 5-6 godina počinju da pokazuju vidljive simptome, odnosno štete.

Pored toga, primećeno je da su pojedina stabla pretrpela jaku defolijaciju, potpuni brst pojedinih grana ili više od 2/3 asimilacionih organa je bilo obršteno (sl. 8 i 9). Nije se moglo uočiti prisustvo insekata defolijatora, ali se može sa velikom sigurnošću pretpostaviti da su imaga *Lytta vesicatoria* L. (Coleoptera: Meloidae) španske bube izazvala jak brst na stablima jasena.



Slika 8. Jak brst u krošnji
(04. avgust 2022.)



Slika 9. Golobrst pojedinih grana
(04. avgust 2022.)

To nije bilo dovoljno da se ustanovi uzrok sušenja, pa je nastavljeno istraživanje u jesenjem periodu, tako što su posečena dva stabla i odneta u laboratoriju na gajenje da bi se dobila imaga. Disekcija od osnove debla do vršnih grana je pokazala visoku populaciju insekata u deblu i granama (sl. 10).



A



B



C



D



E

Slika 10. A) hodnici u osnovi debla, B) hodnici u središnjem delu debla, C) hodnici u središnjem delu debla (detalj), D) larveni hodnik u grani, E) pojedinačne suve grane u krošnji okolnih stabala (19.10.2022.)

U laboratoriji gajena imaga *N. acuminatus* su počela da izlaze u poslednjoj dekadi novembra 2022. godine, što je u skladu se podacima literature da ova vrsta ima jednogodišnju generaciju i da su u jesen odrasle larve ili lutke (Keszthelyi, 2021). Gajenje na sobnoj temperaturi je ubrzalo ekoziju imaga (sl 11). Debljina sortimenata iz kojih su izletela imaga je od 2,0-20,6 cm. Ovo nije saglasno sa navodima Mihajlović (2008), gde se navodi da se larve razvijaju u tanjem materijalu (od 3-10 cm). Može se zaključiti da je invazivnost *N. acuminatus* evidentna i da ugrožava stabla većeg dobnog razreda. Zbog izrazite polifagnosti vrste, biljke domaćini su skoro uvek dostupne, pa je veoma važno da se suve grane ili stabla ne ostavljaju u drvoredu ili na zelenoj površini. Klimatski uslovi pogoduju bržem širenju ove vrste u pravcu severa i istoka.



Slika 11. *Neoclytus acuminatus*, imago

Poznato je da postoje agregacioni feromoni za *N. acuminatus* pa bi trebalo pristupiti globalnom sistemu monitoringa i uključiti se u međunarodnu mrežu za rano javljanje o novim staništima koja ova vrsta naseljava (Keszthelyi, 2021). Putevi unošenja ove strane vrste uvozom robe iz Severne Amerike u kontejnerima, pomorskim putem i vazdušnim saobraćajem su stalno otvoreni i zbog toga je važno da se otkrivaju nova staništa. Proizvođači sadnog materijala, treba posebno da obrate pažnju da ne ostavljaju suve ostatke drveća da površinama gde školuju sadnice. Ekstremne temperature, nedostatak padavina u vreme vegetacije, novi štetni organizmi (emerging pests) su realnost, pa sa klimatskim uslovima koji pogoduju širenju areala i povećanju populacija strane vrste predstavljaju realnu opasnost za tvrde lišćare koji su preferentni domaćini *N. acuminatus*.

Let imaga u našim uslovima je od maja do juna (Mihajlović, 2008), pa je neophodno da se do marta/početka aprila uklone sva suva stabla. Istraživanja do sada nisu pokazala da je bilo izletnih otvora na suvim stablima koja su proučavana, što upućuje na zaključak da su pravovremeno uklonjena pre nego što su imaga izletela.

Zaključci

Klimatski uslovi pogoduju bržem širenju *N. acuminatus* u pravcu severa i istoka. Ostaje mogućnost da se u suvim granama okolnih stabala nalaze razvojni stadijumi koji će izleteti sledećeg proleća. Visoka populaciona gustina *N. acuminatus* na istraživanom lokalitetu, nalaže detaljan pregled svih stabala u drvoredu i brižljiv monitoring. Detaljni stručni pregledi, feromonske klopke i dalje praćenje populacija na ovom lokalitetu bi trebalo da se nastave jer je važno da se ustanovi da li ima prirodnih neprijatelja koji bi mogli da redukuju populacije štetočine. Insekti defolijatori treba da se redovno prate i na vreme suzbijaju da bi se smanjio stres u vreme leta *N. acuminatus* i malog jasenovog potkornjaka. Bilo bi korisno da se u rasadnicima i svim elementima zelene infrastrukture redovno vrše zdravstveni pregledi drveća, posebno u prvih 5-6 godina jer se vidljivi simptomi, a često i nepovratne štete, po pravilu manifestuju pet godina posle sadnje. Stručni pregledi i postavljanje sistema monitoringa štetočina bi doprineli da se smanji rizik po zdravlje gajenih ukrasnih biljaka.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Цвјетићанин Р., Брујић Ј., Перовић М., Ступар В., 2016. Дендрологија, Универзитет у Београду – Шумарски факултет, Београд.
- Jovanović B., 1986. O novoj vrsti jasena u flori Srbije (*Fraxinus oxycarpa* Wild). Glasnik Šumarskog fakulteta, Serija A Šumarstvo, 67: 1-10, Beograd
- Jurc M., Csóka G, Hrašovec B., 2016. Potentially important insect pests of *Celtis australis* in Slovenia, Croatia and Hungary. Sumarski list 11-12:577-588
- Карацић Д., 2010. Шумска фитопатологија. Универзитет у Београду – Шумарски факултет, Универзитет у Бањој Луци, Шумарски факултет, Београд

- Карацић Д., Михајловић Љ., Милановић С., Станивуковић З., 2011. *Приручник извештајне и дијагностичко прогнозне службе заштите шума*. Униветзитет у Бањој Луци Шумарски факултет, Министарство пољопривреде, шумарстваи водопривреде – Агенција за шуме Републике Српске, Бања Лука
- Keča N., Kiristis T., Menkis A., 2017. First Report of the invasive Ash Dieback Pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* in *Fraxinus excelsior* and *F. angustifolia* in Serbia. *Baltic Forestry*, 23, 56-59.
- Keszthelyi S., 2021. Red-headed ash borer *Neoclytus acuminatus acuminatus* (Fabricius) (Coleoptera: Cerambycidae): the global distribution, current spreading and the seasonal activity depending on its different habitats. *Journal of Plant Diseases and Protection*, <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00456-9>
- Миленковић М.Љ., 2015. *Диверзитет врста рода Phytophthora и њихова улога у пропадању стабала у лишћарским шумама у Србији*. Докторска дисертација одбрањена на Универзитету у Београду – Шумарском факултету, Београд
- Mihajlović LJ., 2008. *Šumarska entomologija*. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Beograd

NEW RISK FOR ASH TREES HEALTH – AN OUTBREAK OF NEOCLYTUS ACUMINATUS (F.) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE)

Milka Glavendekić¹, Darko Ivković², Ivan Rajčić³

¹University of Belgrade – Faculty of Forestry, Department for Landscape Architecture and Horticulture,
milka.glavendekic@sfb.bg.ac.rs

²PUE “Dunav Veliko Gradište”, Veliko Gradište

³ Municipality of Veliko Gradište, Municipal Administration, Department for Local Economic Development, Veliko Gradište

Summary

One of common ornamental trees on green infrastructure belong to the genus *Fraxinus* (Fam. Oleaceae), which includes about species, mostly distributed in temperate regions. In Serbia there are 4 native species and one subspecies: flowering ash (*F. ornus* L.), white ash (*F. excelsior* L.), narrow-leaved ash (*F. angustifolia* Vahl.), Caucasian ash (*F.*

angustifolia subsp. *oxycarpa* (Willdenow) Franco & Rocha Afonso) and Balkan ash (*F. pallisae* Willmott). Narrow-leaved ash is distributed along the coasts of the Mediterranean Sea and the Black Sea, the Atlantic in Portugal, in western France, and in the region of Pannonia,

Fraxinus angustifolia 'Raywood' - Raywood Narrow leaved ash, Raywood ash is a valuable cultivar very often grown in tree rows. It is slightly tolerant to wind. This cultivar prefers loess, sand and loamy soil low or moderately rich in nutrients. Soil moisture, the most appropriate for this cultivar, is dry to very dry. Concerning light requirements, it requires sunny or partial shade exposition. It is very tolerant to pH range in soil as it can be grown in acidic, neutral and alkaline soil. Crown is wide egg-shaped and semi-open and it can reach high 15-20 m and width from 8-12 m. Among the most ornamental characteristics of this cultivar are autumn colours of leaves, which vary from orange, red violet to violet.

Due to available literature in Serbia genera *Fraxinus* is trophically related with 98 insect pest species, 6 *Phytophthora* spp., 1 bacterium and 9 pathogenic fungi species. Complex of biotic and abiotic factors causing ash dieback is a great threat to forest ecosystems and green infrastructure where ash is grown. The research in 2022 in the vicinity of municipality Veliko Gradište revealed that red-headed ash borer *Neoclytus acuminatus* (F.) (Coleoptera: Cerambycidae) caused local outbreak and death of trees in the tree row. Dissection from collar, along stem and branches of various diameter, revealed very high population of the pest. Biology and development stages of *N. acuminatus* were studied. This paper aims to contribute to plant health of ash trees in green infrastructure warning professionals in horticulture industry (producers of nursery stock), forest and ornamental plant protection service to undertake preventative measures to minimize the risk of this alien pest on ash trees.

AGROHOMEOPATHY – AS A CONCEPT IN ORGANIC HORTICULTURE FOR THE CONTROL OF STRESSES AND PLANT PESTS

Milica Fotirić Akšić¹, Mekjell Meland²

¹ University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia.

² Norwegian Institute of Bioeconomy Research – NIBIO Ullensvang, Norway;

Summary

According to the four principles of organic agriculture, health, ecology, care, and fairness, the substances that are used for the care and nourishment of plants and protection from pests must be safe for people, animals, and the environment. Homeopathy is a clinical-therapeutic method developed in 1796 by Samuel Hahnemann and depends on three principles: the similarity, the individualization of cases, and the infinitesimal. Homeopathic ultra high dilution is used safely for various purposes (seed germination, soil health improvement, seedling growth, flowering, fruiting, disease protection and to overcome environmental stress). Homeopathic medicines have a high degree of safety but a proper choice of homeopathic medicines and a proper dilution of the medicine must be done. Low potencies (6CH, 9CH) are to be applied for acute symptoms and damages in plants, while medium potencies (12CH, 30CH) for problems with the tendency to certain chronicity, especially in fruit trees. There are various silicon-based preparations that, in addition to induced resistance, help to strengthen tolerance to any kind of stress, but also have a strong role in the strength of the cell wall and plant tissue, as well as a physiological effect on the length of the internodes, the strength of the petiole, and fruit drop. Some of the homeopathic medications for plants are made from silicon dioxide, (a building block of all cells), in order to strengthen plants in the early spring, remedies based on Cu and sodium-sulphate against powdery and downy mildew, and lime-phosphate and ammonia-carbonate to treat gray mold (*Botrytis* sp.). The curative effect of the homeopathic medicines based on sublimated sulphur and *Lycopodium clavatum* (Stag's-horn clubmoss) in infected plants with *Sclerotinia sclerotiorum* (white mold), is excellent for controlling this disease. Regarding pests, dilutions of *Coccinella septempunctata* (ladybug) extracts are used against aphids, remedy from snail shells are used against snails, and remedy made from Procession moth against caterpillars. Since there is no agricultural homeopathic pharmacopoeia, much work is required to find suitable remedies, potencies and dose levels.

Key words: biotic and abiotic stress, insects, fungi, weeds

Introduction

Homoeopathy is a branch of universal medicine based on the 'principle of the like' (*Similia Similibus Curentur* = Like treats Like) and in minimum doses. It means that a substance in a massive dose generates pathological symptomatology but has the possibility of cure it, if applied in the minimum doses obtained by dilution and intense agitation, in other words, homoeopathic succession (Toledo et al., 2011). Homoeopathy is derived from a Hippocratic concept developed by the German physician, Samuel Hahnemann 1796 and depends on three principles: the similarity, the individualization of cases, and the infinitesimal. By using Homeopathic Pharmacopoeia guidelines proposed by Hahnemann in 1810, homeopathy in agriculture has been changing conventional agriculture to agro-ecological. The homeopathic dynamizations follow the principles of disintegration of matter and radiation without nuclear rupture, through the mechanical action on the smaller particles and addition of inert substances with dynamic activity, following the laws of electromagnetic waves: frequency, length and amplitude (Bonato et al., 2009).

Homeopathic preparations can be applied on the soil and/or on the leaves (Santos et al., 2011). These preparations can increase or decrease the production of bioactive substances due to its influence on the primary and secondary metabolism of plants (Verdi et al., 2016). The researchers observed that homeopathic preparations can improve the photosynthetic rates through changes in the physiological mechanisms (Bonato et al., 2009).

The first studies on agrohomoepathy were performed by Kolisko on wheat germination in 1923. Afterwards, in 1928, another researcher published a study about the effects of high dilutions on microorganisms. Later this kind of studies was defined as agrohomoepathy, domain that started to develop more intensely in the end of the 60's (Rîndaşu et al., 2017). One of the first studies was done by Nitien et al. (1969), with homeopathic preparations of copper sulphate for detoxification of green pea previously intoxicated with the same substance in high dosage.

In the plant model, the most replicated study is the protective effect of homoeopathically ultradiluted arsenic versus the effect of arsenic itself in ponderable doses (pre- and post-treatment) on maize seeds (Brizzi et al., 2005). Positive results have been achieved in remediation of soils affected by heavy metals (Dos Santos et al., 2016). The homoeopathic medicine has been used successfully to increase resistance to salt stress in tomato (*Solanum lycopersicum*) (Giardini-Bonfim et al., 2012). Besides it is important to realize that according to FAOStat (2023) the amounts of pesticides used in the agricultural

sector worldwide in 2018 was ~2.6 million tons (Americas - 51%, Europe – 25% and Asia – 17%), but losses are 37% higher due to the side effects of all kind of abiotic and biotic stresses. Based on those previously published results and FAO facts, it must be suggested that agricultural homeopathy is viable alternative from the economic, ecological and social points of view to contribute to the environment and extinguish the harmful footprint left on the planet by the indiscriminate use of various toxic agrochemicals (Mazon-Suastegui et al., 2018).

Remedy preparation

In homeopathy, homeopathic dilution (known by practitioners as "dynamisation" or "potentisation") is a process in which a substance is diluted with alcohol or distilled water and then vigorously shaken in a process called "succussion". Insoluble solids, such as quartz and oyster shell, are diluted by grinding them with lactose (*trituration*). The numerisation in homeopathic remedies are as follow: (1) the letter X (Roman numeral for ten) of letter D (Latin term for ten is "Decem") represents a 1:10 dilution factor; (2) the letter C (Roman numeral for 100, and the term "Centum") represents a 1:100 dilution factor. If another H is added, it means that the remedy is made by Hahnemann's method. Rarely, scales such as millesimal (m, 1:1000) and quinquagintamillesimal (lm, 1:50000) are prepared too.

Tab 1. Homeopathic dilutions

Centesimal		Vigorously shaking the solution (× times)	Decimal	
Potency	Dilution		Potency	Dilution
1C	10 ⁻²	10	1X	10 ⁻¹
2C	10 ⁻⁴	20	2X	10 ⁻²
3C	10 ⁻⁶	30	3X	10 ⁻³
6C	10 ⁻¹²	60	6X	10 ⁻¹⁶
12C	10 ⁻²⁴	120	12X	10 ⁻¹²
30C	10 ⁻⁶⁰	300	30X	10 ⁻³⁰
200C	10 ⁻⁴⁰⁰	2000	200X	10 ⁻²⁰⁰

The mother tincture is usually diluted in a mixture of pure alcohol and distilled water according to one of several scales. The ratio of alcohol to water varies depending on the base substance of the mother tincture. To produce 1c potency, one drop of the mother tincture is added to 99 drops of an alcohol-and-water mixture and succussed. To produce 2c potency, one drop of the 1c mixture is added to 99 drops of an alcohol-and-water mixture and succussed. To manufacture the 4c potency (Fig 1), this process is repeated a further two times.

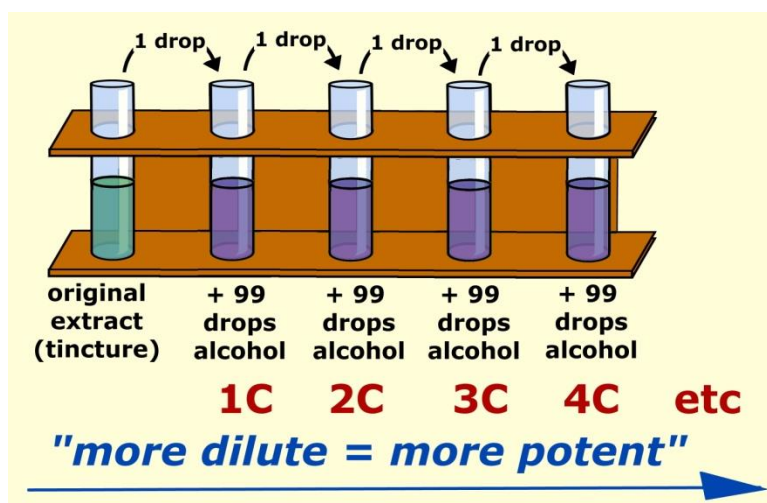


Figure 1. Potency preparation.

<https://vicskeptics.wordpress.com/2018/09/16/homeopathy-a-useless-treatment/>

The starting point in obtaining a certain boosting curative capacity is a concentrate or mother tincture (MT), which is an alcoholic extract prepared from plants, animals, minerals and even inert materials as nanoparticulate metals (Teixeira, 2013). Homeopathic preparations are referred to as "homeopathic remedies".

Materia medica, a book of remedies, is used by homeopathic practitioners. The origin of the name comes back to the 1st century AD when Greek physician Pedanius Dioscorides wrote a book under title "*De materia medica*". In homeopathy many authors wrote their own books of "homeopathic remedies" (<https://www.materiamedica.info/en/free-materia-medica-books.php>). Hahnemann's *Materia Medica* had 2,000 substances (originated from the plant, animal, and minerals), while today it has 4000 remedies. Ultra high dilution of homeopathic remedies can be used to improve all kind of chemical processes in soil and physiological processes in plants. Proper selection of the drug and its potency can be an efficient and very profitable alternative that can increase farmers' income by reducing the cost of chemical fertilizer and insecticide inputs.

Effect on plant stresses

Numerous studies have focused on lowering abiotic stresses on agricultural crops. Stresses include main harmful effects, decrease in water absorption, ion assimilation that can cause toxicity and nutritional imbalance and physiological changes, such as the reduction of the photosynthetic rate due to a lower leaf area which reduces crop viability. Saline stress associated with high temperatures and solar irradiation is the most important environmental process that stops cultivated plant growth, development and survival, decreasing productivity (Ojeda-Silvera et al., 2015). Salt stress tolerance of cowpea seeds by the treatment of ink from the cuttlefish and NaCl was reported by Sukul et al. (2012) and Mondal et al. (2012).

Effect on soil

Zaller and Köpke (2004) studied and compared traditionally composted farmyard manure (FYM) and two types of biodynamical composted FYM over 9 years on soil chemical properties, microbial biomass and respiration, decomposition rates and root production under grass-clover, activity and biomass of earthworms under wheat, and yields in a grass-clover, potatoes, winter wheat, field beans, spring wheat, winter rye crop rotation. The biodynamic preparation did not affect soil microbial biomass, dehydrogenase activity and decomposition during 62 days. However, after 100 days, decomposition was significantly faster in plots which received completely biodynamic FYM than in plots which received no FYM, FYM without preparations or FYM with the *Achillea millefolium* preparation.

Effect on physiological processes

Dutta et al. (2013) treated cowpea germinated seeds with homeopathic potentized preparation of sucrose. It induced significant changes in water content, chlorophyll, sugar and protein content in the seedlings. Sucrose increased stomata density in the leaves significantly as compared to the control. There was a marked change in the structure of epidermal cells of cotyledons following treatment with sucrose. Most probably this preparation interfered with the signalling process of sucrose in seedlings and thus produced the observed effect. Increase in stomata density indicates higher transpiration rate in the leaves of sucrose-treated seedlings.

Dragicevic et al. (2013) from Maize Research Institute "Zemun Polje" tested homeopathic 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) potencies as a growth regulator in tissue culture media. Maize seeds have poor ability to maintain germination rate in the

long term. This homeopathic drug stimulated growth through better substance conversion from seed rest, and shift the redox capacity towards a reduced environment. Those maize seeds germinated in a much higher rate than the untreated seeds.

Some of the early studies that were done on medicinal plants and some physiological processes are presented in the Table 2.

Table 2. Physiological bioassays with homeopathic remedies on medicinal plants

Application via	Treatment	Results	Reference
Soil, leaf	Humic acid, Sublimed Sulphur	> Biomass and essential oils	Castro et al. (2003)
Soil	<i>Arnica montana</i>	> Plant height	Carvalho et al. (2003)
Soil	A dilution of sea salt	> Chlorophyll and proline levels	Carvalho et al. (2004)
Soil	The element P	> Essential oil	Santos et al (2011)
Soil	Metallic Arsenic	> Oil rates and photosynthetic rates	Bonato et al. (2009)
Leaf	Quartz	> Essential oil yield 141%	Verdi et al. (2016)
Seeds	<i>Thuja occidentalis</i>	> Resistance to <i>Fusarium</i> spp. and <i>Rhizoctonia solani</i>	Hanif and Dawar, 2015.
	<i>Arnica montana</i>		

For the treatment of plant diseases arising from nutrient imbalances following preparations are used:

Ammonia carbonate	Potassium Phosphate
Borax (hydrated borate of sodium)	Potassium Sulphate
Calcium Carbonate	Magnesia Carbonate
Calcium Fluoride	Magnesia Phosphate
Lime phosphate	Magnesia Sulphate
Copper	Manganese Molybdenum
Copper sulphate	Sodium Carbonate
Iron	Sodium Chloride
Iron phosphate	Sodium Phosphate
Iron sulphate	Sodium Sulphate
Potassium Carbonate	Nitric Acid
Potassium Chlorate	Phosphorus
Potassium Nitrate	Quartz
Potash	Sublimated Sulphur Carbamide (urea)
Permanganate	Zinc

Companion Plants as homeopathic remedies are following:

Allium cepa

Hyssopus officinalis

Mentha viridis/piperita/sativa spp.

Tropaeolum majus

Ocimum spp. *minimum/basilicum*

Ricinus communis

Salvia officinalis

Sambucus nigra

Satureia hortensis

Effects on pests

Homeopathy in agriculture is an alternative which can be used by producers/farmers together with all kind of commercial production systems. It can support growth and development of plants, and built up their defense systems in biodynamic, organic, integrated and conventional production (Meneses, 2017). Some of the early studies which encompassed application of homeopathy against some pests are presented in the table 3.

Table 3. Physiological bioassays with homeopathic remedies against pests

Plant type	Applica-tion via	Treatment	Results	Reference
Tomato	Disease Symptoms	<i>Clerodendrum aculeatum</i> , <i>Thuja occidentalis</i>	Against <i>Tobacco mosaic virus</i>	Cheema et al., 1993
Wheat, tomato	Disease symptoms	Arsenic-oxide (As_2O_3), Lime, Copper, Iron, <i>Lycopodium clavatum</i> , Phosphorus, Selenium, Quartz, Sublimated Sulphur	Against <i>Alternaria solani</i>	Rivas et al., 1996
Apple	Powdery mildew Symptoms	<i>Staphysagria macrosperma</i> , Phosphorus	Against powdery mildew (<i>Podosphaera leucotricha</i>)	Rolim et al., 2001
Cowpea	Plant growth, nematode infection	Undeveloped flowers of <i>Artemisia maritime</i>	Against <i>Meloidogyne incognita</i>	Sukul and Sukul, 1999
Wheat	Seed	Platinum, Mercury, Cadmium, Lead, Copper, Gold, Silver Nitrate, Sublimated Sulphur	Against <i>Aletrnaria</i>	Lehner et al., 1991

Remedies made from the imago of lady bug (*Coccinella septempunctata*), the tincture of a live parasitic wasp (*Encarsia formosa*) and/or sublimated sulphur can protect against *Trialeurodes vaporariorum* (whitefly) (Kaviraj, 2012; Maute, 2011). Wyss et al. (2010) made a remedy with *Lycopodium clavatum* and a nosode of rosy apple aphid against the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*, a major pest in apple orchards). In apple seedlings,

Staphysagria macrosperma as well as phosphorus reduced powdery mildews caused by *Podosphaera leucotricha* (Rolim et al., 2001).

Skul et al., (2001) tested the influence of *Artemisia cina* on root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) on cucumber plants. Root gall number, nematode population in roots and root protein content were significantly lower than the control plants. Potentized *Cina maritima* did not affect the parasites directly, but the drug might have induced natural defence responses in the treated plants.

Datta and Datta (2012) prepared homeopathic medicines from the flowering meristems of *Artemisia nilagirica* and 'Aakashmoni', and from the funicles of *Acacia auriculiformis* and sprayed mulberry trees once daily for 15 days against root-knot (*Meloidogyne incognita*), leaf spot (*Cercosporam moricola*), powdery mildew (*Phyllactinia corylea*), mosaic disease (mosaic virus) and tukra disease (*Maconellicoccus hirsutus*). Both the drugs also improve the plant growth effectively which directly increase photosynthesis rate and significantly reduce CO₂ in the environment. Both the drugs also improved the growth of silkworms, shell weight, and also increase silk production which directly enriches sericulture industry as well as agriculture sector.

A laboratory model system with the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*) on apple seedlings was developed to study the effects of homeopathic preparations on this apple pest (Wyss et al., 2010). The assessment included the substance *Lycopodium clavatum* and a nosode (nosode - made from diseased human or animal tissues or discharges) of the rosy apple aphid. In the final evaluation the number of juvenile offspring was reduced after application of *L. clavatum* -17% and nosode -14%, compared to the control.

Bonato et al. (2006) tried to verify the applicability of some homeopathic solutions in the rust control in the grape culture. In that case homeopathic *Silicea terra* solutions made of silicon dioxide found in flint, quartz, sandstone was used. These homeopathic solutions allowed only up to 18% of the disease severity compared to the control which completely suffered with this pathogen.

The most common remedies for plant pests are presented in the Table 4.

Table 4. Remedies against different pests (Kaviraj, 2012).

Remedies against insects	Remedies against aphids scale insects	Remedies against beetles	Remedies against whitefly flies
<i>Mentha viridis/piperita and similar spp.</i>	<i>Aphidius spp.</i>	<i>Cantharis vesicator</i>	<i>Encarsia formosa</i>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Chrysopidae spp.</i>		
<i>Pyrethrum sp.</i>	<i>Syrphid larva</i>		
<i>Salvia officinalis</i>	<i>Coccinella septempunctata</i>		
<i>Hyssopus officinalis</i>	<i>Tropaeolum majus</i>		
<i>Thuja occidentalis</i>			
<i>Bufo rana</i>			
<i>Viburnum opulus</i>			
<i>Satureia hortensis</i>			
<i>Sambucus nigra</i>			
Remedies against caterpillars	Remedies against nematodes and other worms	Remedies against mites	Remedies against snails and slugs
Procession Moth	<i>Tanacetum vulgare</i>	<i>Amblyseius spp.</i>	Snail shell
Camphor	<i>Teucrium marum</i>	<i>A. cucumeris,</i>	<i>Rumina decollata</i>
		<i>A. californicus,</i>	<i>Hypsmocoma molluscivora</i>
		<i>Lycoperdon bovista Ricinus communis</i>	<i>Leucochloridium paradoxum</i>
			<i>Artemisia absinthium</i>
			<i>Quassia amara</i>
Remedies against bacterial, viral and fungal Diseases		Remedies against injuries	Remedies against weeds
Iron, Iron sulphate	<i>Aconitum napellus</i>	<i>Arnica montana</i>	<i>Athyrium filix-femina</i>
Iron Phosphate	<i>Claviceps purpurea</i>	<i>Calendula officinalis</i>	<i>Foeniculum sativum</i>
Lactic Acid	<i>Ustilago maydis</i>	<i>Cantharis sp.</i>	<i>Ruta graveolens</i>
<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Berberis vulgaris</i>	Vegetable	Quartz
Silico-fluoride of	<i>Atropa belladonna</i>	Charcoal	<i>Tingis cardui</i>
Calcium Sodium	<i>Ocimum basilicum</i>	Magnesia carbonate	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Salicylate	<i>Allium cepa</i>	Quartz	
Salicylic Acid	<i>Hyssopus officinalis</i>		
	<i>Valeriana officinalis</i>		

Conclusions

Physiological disorders, soil problems and plant diseases, caused by pathogens, significantly reduce food production. For pests, synthetic- and chemical- pesticides are the most effective means of control, but they are both expensive and environmentally unfriendly. The use of chemical pesticides may achieve a measure to control pests but there remains the problem of residual toxicity in the treated plants. All of this can lead to financial losses, lower food productions, and climatic changes, but in combination, their impact is even higher for the global economy. To move forward more efficient solutions, technologies and products are needed. To meet the challenge of the problems, a number of plant bio-pesticides though effective and easily biodegradable are not easily available in large quantities from natural sources and isolation of only a small quantity of an effective metabolites requires huge quantities of plant materials. This would result in rapid depletion of natural resources particularly in tropical regions. Maybe agro-homeopathy is a solution!? Just a selection of right drug, proper potency of drug and proper dilution of drug with water are the three things can which are responsible for the success of agrohomoepathy.

References:

- Bonato C.M.; Ferreira de Souza A.; Collet M.A. Controle da Ferrugem (*Phakopsora euvtis* Ono) em Videira pela Aplicação de Soluções Homeopáticas. *Int J High Dilution Res.* 2006 Jul-Sep;5(16).
- Bonato, C. M., de Proença, G. T., & Reis, B. (2009). Homeopathic drugs *Arsenicum album* and *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.). *Acta Scientiarum-Agronomy*, 31(1), 101-105.
- Brizzi M, Lazzarato L, Nani D, Borghini F, Peruzzi M, Betti L. A biostatistical insight into the As(2)O(3) high dilution effects on the rate and variability of wheat seedling growth. *Forschende Komplementarmedizin und Klassische Naturheilkunde*. 2005;12(5):277-283
- Carvalho, L. M., Casali, V. W. D., Cecon, P. R., Lisboa, S. P., & Souza, M. A. (2004). Effect of homeopathy on recovery of feverfew plants, *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip, under water stress. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 6(2), 20-27.
- Carvalho, L. M., Casali, V. W. D., Cecon, P. R., Souza, M. A., & Lisboa, S. P. (2003). Effect of decimal potencies of homeopathy *Arnica montana* on plantas of feverfew. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 6(1), 46-50.

- Castro, D. M., Casali, V. W. D., Duarte, E. S. M., Armond, C., Arruda, V. M., Almeida, A. A., Cecon, P. R. (2003). Conteúdo relativo de óleo essencial na matéria seca de plantas de capim-limão submetidas à soluções homeopáticas. *Horticultura Brasileira: Sociedade Brasileira de Olericultura*, 21, 410.
- Cheema S S, Sanjiv-Kapila, Arun-Kumar, Kapila S, Kumar A. Efficacy of Various Bio-Products and Chemical against Tobacco Mosaic Virus in Tomato and Cucumber Mosaic Virus in Bottle Gourd. *Plant Disease Research*; 1993, 8: 110–114.
- Datta S.C., Datta R. Homeopathic medicines protect environment, health and development by controlling mulberry disease. *Homeopath Ayurv Med*. 2012;1(1):1-7.
- Dos Santos MG, Goncalves AC Jr, Junior DLB, Schwantes D, Campagnolo MA, Coelho GF, et al. Utilizacao de medicamentos homeopaticos para remediacao de solos contaminados por metais toxicos. *Journal of Agronomic Sciences*. 2016;5:26-45.
- Dragicevic V, Spasic M, Simic M, Dumanovic Z, Nikolic B. Stimulative influence of germination and growth of maize seedlings originating from aged seeds by 2,4-D potencies. *Homeopathy*. 2013 Jul;102(3):179-86.
- Dutta S, Chakraborty I, Sukul NC, Sukul A, Chakravarty R. Potentized Sucrose alters growth, sugar, protein and chlorophyll content in cowpea seedlings. *Int J High Dilution Res*. 2013;12(44):137-138.
- FAOStat 2020, available online <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP> (accessed on Feb 3, 2023)
- Giardini-Bonfim FP, Dias-Casali VW, Ronie-Martins E. Germinacao e vigor de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), peletizadas com preparados homeopaticos de *Natrum muriaticum*, submetidas a estresse salino. *Enciclopedia Biosfera, Centro Cientifico Conhecer-Goiania*. 2012;8(14):625-633.
- Hanif A., Dawar S. Use of homeopathic drugs in combination with fertilizers for the control of root rot fungi. *Pak. J. Bot.*, 47(6): 2455-2462, 2015.
- Kaviraj V.D. 2012., *Homeopathy for Farm and Garden: The Homeopathic Treatment of Plants* - 4th revised edition. Kindle Edition, Narayana Verlag, Kandern, Germany
- Lehner E, Muhry F, Kovac H, Novic S, Pongratz W, Moser M. Untersuchung der Wirkung von potenzierten Umweltschadstoffen (Metallen) und Schwefel auf das Wachstum von Weizenkeimlingen. *Mitteilungen des Instituts für Strukturelle Medizinische Forschung*; 1991, 3: 1–42.
- Mondal S, Sukul NC, Sukul S.; Natrum mur200c promotes seed germination and increases total protein, chlorophyll, rubisco and sugar in early seedlings of cowpea under salt stress. *Int J High Dilution Res.*, 2012, 11(40):128.

- Maute, C. Homeopathy for Plants - 5th revised and expanded edition 2021: A practical guide for house, balcony and garden plants. Extensively revised with the help of Cornelia Maute. Kindle Edition, Narayana Verlag GmbH.
- Mazon-Suastegui JM, Murillo Amador B, Batista-Sanchez D, Aguero-Fernandez Y, Garcia-Bernal MR y Ojeda-Silvera CM. *Natrum muriaticum* como atenuante de la salinidad (NaCl) en albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Nova Scientia 2018;21(10):148-164
- Meneses MN. Agrohomenopatía como alternativa a los agroquímicos. Revista Médica de Homeopatía. 2017;10(1):9-13
- Nitien G, Boiron J, Marin A, 1969. Ação de doses infinitesimais de sulfato de cobre sobre plantas previamente intoxicadas por essa substância; ação da 15a centesimal hahnemanniana. In: Pesquisa Experimental Moderna em Homeopatía. Rio de Janeiro, Editorial Homeopática Brasileira, 1969. p. 73-79.
- Ojeda-Silvera CM, Murillo-Amador B, Nieto-Garibay A, Troyo-Díez E, Reynaldo-Escobar MI, Ruiz-Espinoza FH, et al. Emergencia y crecimiento de plantulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés hídrico. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2015;2:151-160
- Rîndașu I., Ciceoi R., Stănică F. 2017. The homeopathic products used in plant protection: an alternative choice. Annals of the University of Craiova XXI I (LVI I I): 253-258.
- Rivas, E.; Ceceña, C.; Guajardo, G. Acción de fármacos homeopáticos sobre la germinación conidial de *Alternaria solani* semilla de trigo. Boletín Mexicano de Homeopatía. 1996; 29(2):44-46.
- Rolim PRR, Brignani NF, Silva JM, 2001. Controle de oídio da macieira por preparações homeopáticas. Fitopatologia brasileira; 26:436.
- Santos, F. M., Monfort, L. E., Castro, D. M., Pinto, J. E., Leonardi, M., & Pistelli, L. (2011). Characterization of Essential Oil and Effects on Growth of *Verbena gratissima* Plants Treated with Homeopathic Phosphorus. Natural Product Communications, 6, 1-6.
- Sukul NC, Sukul A. Potentized Cina reduces root-knot disease of cowpeas. *Environ Ecol* 1999; 17: 269.
- Sukul NC, Sinhababu SP, Datta SC, Nandi B, Sukul A (2001) Nematotoxic effect of *Acacia auriculiformis* and *Artemisia nilagirica* against root-knot nematodes. Allelopathy Journal 8: 65-72.
- Sukul S, Mondal S, Sukul NC. (2012). Sepia 200cH at 1:1000 dilution ameliorates salt stress in cowpea seedlings but its medium 90% ethanol proves ineffective at the same dilution. Int J High Dilution Res, 11(41):237-246.

- Teixeira MZ. (2013). "New Homeopathic Medicines" database: A project to employ conventional drugs according to the homeopathic method of treatment. *European Journal of Integrative Medicine*;5:270-278
- Toledo M, Stangarlin J, Bonato C. (2011). Homeopathy for the control of plant pathogens. *Physiology*;19(20):21
- Verdi, R., Harthmann, O. E. L., Debarba, R. J., Giesel, A., & Parizotto, C. (2016). Desempenho de *Ocimum basilicum* L. sob Efeitos de Preparados Homeopáticos. *Cadernos de Agroecologia*, 11(2), 10-15.
- Wyss E, Tamm L, Siebenwirth J, Baumgartner S. (2010). Homeopathic preparations to control the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass.). *Scientific World Journal*., 8;10:38-48.
- Zaller J.G., Köpke U. (2004). Effects of traditional and biodynamic farmyard manure amendment on yields, soil chemical, biochemical and biological properties in a long-term field experiment. *Biology and Fertility of Soils*. Sep; 40(4):222-229.

AGROHOMEOPATIJA - KAO KONCEPT U ORGANSKOJ HORTIKULTURI ZA REDUKOVANJE STRESA I ŠTETOČINA BILJAKA

Milica Fotirić Akšić¹ i Mekjell Meland²

¹ *University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia.*

² *Norwegian Institute of Bioeconomy Research – NIBIO Ullensvang, Norway;*

Prema četiri principa organske poljoprivrede, zdravlja, ekologije, nege i pravičnosti, supstance koje se koriste za gajenje, ishranu biljaka i zaštitu od štetočina moraju biti bezbedne za ljude, životinje i životnu sredinu. Homeopatija je kliničko-terapeutska metoda koju je 1796. godine razvio Samjuel Haneman i zavisi od tri principa: sličnosti, individualizacije slučajeva i minimalnog doziranja leka. Homeopatska ultra visoka razblaženja se bezbedno koriste u različite svrhe (klijavost semena, poboljšanje zdravlja zemljišta, rast sadnica, cvetanje, plodonošenje, zaštita od bolesti i za prevazilaženje abiotičkih stresova). Homeopatski lekovi imaju visok stepen bezbednosti, ali se mora izvršiti pravilan izbor homeopatskih lekova i odgovarajuće razblaživanje leka. Niske potencije (6CH, 9CH) primenjuju se kod akutnih simptoma i oštećenja biljaka, a srednje potencije (12CH, 30CH) kod problema sa sklonošću ka određenoj hroničnosti,

posebno kod voćaka. Postoje različiti preparati na bazi silicijuma koji, pored indukovane otpornosti, pomažu u jačanju tolerancije na bilo koju vrstu stresa, ali imaju i snažnu ulogu u jačanju ćelijskog zida i biljnog tkiva, kao i fiziološki efekat na dužina internodija, jačina peteljke i opadanja plodova. Za lečenje biljnih bolesti koje nastaju usled neravnoteže hranljivih elemenata u zemljištu i biljci i jačanje biljaka u rano proleće koriste se homeopatski lekovi na bazi amonijum karbonata, boraksa, kalcijum karbonata, kalcijum fluorida, kalcijum fosfata, bakra, bakar sulfata, gvožđa, gvožđe fosfata, gvožđe sulfata, kalijum karbonata, kalijum hlorata, kalijum nitrata, kalijum permanganata, kalijum fosfata, kalijum sulfata, magnezijum karbonata, magnezijum karbonata, magnezijum fosfata, magnezijum sulfata, mangana, molibdena, natrijum karbonata, natrijum hlodida, natrijum fosfata, natrijum sulfata, azotne kiseline, fosfora, kvarca, sumpora, karbamida I cinka. U borbi protiv gljivičnih, bakterijskih i virusnih bolesti koriste se homeopatski lekovi na bazi gvožđa, gvožđa sulfata, mlečna kiselina, kalcijum fluorid, natrijum salicilat, I na bazi biljaka *Matricaria chamomilla*, *Aconitum napellus*, *Claviceps purpurea*, *Ustilago maydis*, *Berberis vulgaris*, *Atropa belladonna*, *Ocimum basilicum*, *Allium cepa*, *Hyssopus officinalis* i *Valeriana officinalis*. Homeopatski lekovi na bazi kvarca, bakra i natrijum sulfata koriste se protiv pepelnice, a kalcijum fosfat i amonijum karbonat za lečenje sive plesni (*Botrytis* sp.). Homeopatski lekovi na bazi sumpora i prečice (*Licopodium clavatum*) su odlični za suzbijanje bele truleži (*Sclerotinia sclerotiorum*). Protiv insekata i drugih štetočina se koriste lekovi poreklom od *Mentha viridis/piperita*, *Bacillus thuringiensis*, *Pyrethrum* sp., *Salvia officinalis*, *Hyssopus officinalis*, *Thuja occidentalis*, *Bufo rana*, *Viburnum opulus*, *Satureia hortensis*, *Sambucus nigra*, *Aphidius* spp., *Chrysopidae* spp., larve insekata iz roda *Syrphid*, *Coccinella septempunctata*, *Tropaeolum majus*, *Cantharis vesicator*, *Encarsia formosa*, *Tanacetum vulgare*, *Teucrium marum*, *Amblyseius* spp., *A. cucumeris*, *A. californicus*, *Lycoperdon bovista*, *Ricinus communis*, *Thaumetopoea processionea* i kamfora. Protiv lisnih vaši se koriste razblaženja ekstrakta bubamare, protiv puževa se koristi puževa kućica, a protiv gusenica hrastov četnik. Protiv korova, u agrohhomeopatiji, najviše se koriste *Athyrium filix-femina*, *Foeniculum sativum*, *Ruta graveolens*, *Tingis cardui*, *Vaccinium myrtillus* i kvarc. Pošto ne postoji poljoprivredna homeopatska farmakopeja, potrebno je mnogo rada na pronalaženju odgovarajućih lekova, potencija i nivoa doze.

PRIMENA RAZLIČITIH TEHNIKA DALJINSKE DETEKCIJE U MONITORINGU VEGETATIVNOG STANJA URBANOG ZELENILA

Isidora Simović¹, Bojana Ivošević¹

*¹Biosens Institut, Univerzitet u Novom Sadu, Dr Zorana Đinđića 1, 21000 Novi Sad
kontakt: isidora.simovic@biosense.rs*

Rezime

Urbano drveće igra vitalnu ulogu u zdravlju i dobrobiti stanovnika grada, pružajući brojne ekološke, društvene i ekonomske koristi. Međutim, zdravlje gradskog drveća često je ugroženo raznim stresorima i njihovo praćenje je od suštinskog značaja za obezbeđivanje njihovog dugoročnog opstanka. Tradicionalne metode nadgledanja mogu biti dugotrajne, skupe i zahtevati intenzivan rad. Stoga, tehnike daljinske detekcije nude obećavajuće rešenje za ove izazove, obezbeđujući isplativ i efikasan način za procenu vegetativnih trendova koji mogu ukazivati na zdravstveno stanje drveća.

Monitoring 4 centralna gradska parka sproveden je u 4 opštine u Beogradu. Testirali smo korišćenje bespilotnih letelica i satelitskih snimaka za prepoznavanje promena vegetativnih aktivnosti gradskog zelenila kreiranjem vremenskih serija za 5 vegetativnih indeksa (NDVI, NDRE, BNDVI, GNDVI, LCI) za svaku opštinu.

Rezultati pokazuju konzistentnost jer svaki od sledećih indeksa: NDVI, BNDVI, GNDVI i LCI pokazuju da je zelenilo najboljeg zdravlja u Voždovačkom parku, dok su najniže vrednosti vegetativnih aktivnosti u Vukovom parku snimljene sa obe platforme (bespilotna letelica i satelit). Visoka korelacija podataka prikupljenih sa različitim platformi opravdava korišćenje satelitskih snimaka za praćenje urbanih parkova uprkos ograničenju vremenske i prostorne rezolucije. Usklađenost vrednosti 4 indeksa omogućava korišćenje ove metodologije u različite svrhe jer je GNDVI usmeren na fotosintetičku aktivnost dok LCI registruje sadržaj hlorofila u listovima. S druge strane, NDRE vrednosti izračunate sa 2 platforme nisu u skladu i stoga pokazuju ograničenja satelitskog praćenja urbanih zelenih površina indeksima niske rezolucije i prednost korišćenja dronova za proučavanje manjih gradskih zelenih površina. NDVI izračunat na osnovu satelitskih snimaka ima bolju rezoluciju od NDRE indeksa što utiče na kvalitet i preciznost podataka. Ovo sugerise da je prostorna rezolucija od izuzetnog značaja u prepoznavanju zdravlja gradskog zelenila i ukazuje na potrebe korišćenja specijalnih metoda u analiziranju snimaka (engleski „unmixing“) i drugih matematičkih metoda za poboljšanje kvaliteta podataka.

Alati za daljinsko otkrivanje nude uvid u dugoročne uticaje stresora i načina upravljanja zelenim površinama pružajući objektivne podatke prikupljene neinvazivnim metodama. Najvredniji doprinos ovakve prakse je pomoć u blagovremenom identifikovanju potencijalnih problema pre nego što postanu vidljivi golim okom i podrška u informisanom donošenju odluka. Prethodna istraživanja su sprovedena na nivou opština, a aktuelna istraživanja pokazuju dobre rezultate u detekciji zdravlja gradskog zelenila na osnovu bolje rezolucije i na nivou pojedinačnih parkova.

Uvod

Sistem daljinske detekcije (praćenje satelitskim snimcima Sentinel 2, dronovima i sl.) omogućava reprezentativno registrovanje vegetativnih promena kako sa aspekta prostorne pokrivenosti tako i sa aspekta logistike, kontinuiteta, konzistencije i objektivnosti rezultata (Sonnentag et al., 2012). Prednost ovih metoda merenja je njihova velika učestalost i mogućnost primene na velikim površinama (Soudani et al., 2012).

Primena daljinske detekcije u monitoringu urbanih šuma povećava efikasnost i tačnost informisanja o sezonskim i dugoročnim promenama vegetativne aktivnosti što je važno za detektovanje uticaja klimatskih promena ali i za planiranje aktivnosti vezanih za pojedine fenofaze biljaka i životinja (npr. aktivnost pčela, tretiranje pesticidima usled pojave štetočina i upravljanje alergijskim simptomima kroz izbegavanje alergena i početak terapije). U svakom slučaju efikasan i tačan sistem za detektovanje i kontinuirano praćenje vegetacije omogućava unapređenje kvaliteta vegetativnih modela na osnovu kojih se danas prognoziraju i planiraju aktivnosti šumara, poljoprivrednika, biologa ali i osoba alergičnih na polen (Sherry et al., 2007).

Vegetacioni indeksi koreliraju sa stanišnim uslovima, pa se podaci iz njihove daljinske detekcije ekstrahuju sa najvećom preciznošću na regionalnom nivou, odnosno potrebno je formirati lokalnu bazu podataka kako bi se stvorili zvanični protokoli za evaluaciju, kalibraciju i validaciju metoda daljinske detekcije (Wu et al., 2017, Delbart et al, 2015, Dragoni et al., 2012, Hufkens et al., 2011). Zbog različitog fitocenološkog sastava zajednica, edafskih i klimatskih karakteristika staništa, ove metode se usavršavaju i porede sa *in situ* rezultatima (Zhang et al., 2006). Istraživanja pokazuju mogućnost primene *in situ* merenja vegetacionih indeksa radi kalibracije satelitskih snimaka (Ryu et al., 2014, Soudani et al., 2012).

Ove metode će pojednostaviti upravljanje zelenim površinama i evaluaciju procesa u ekosistemu (Hmimina et al., 2013)

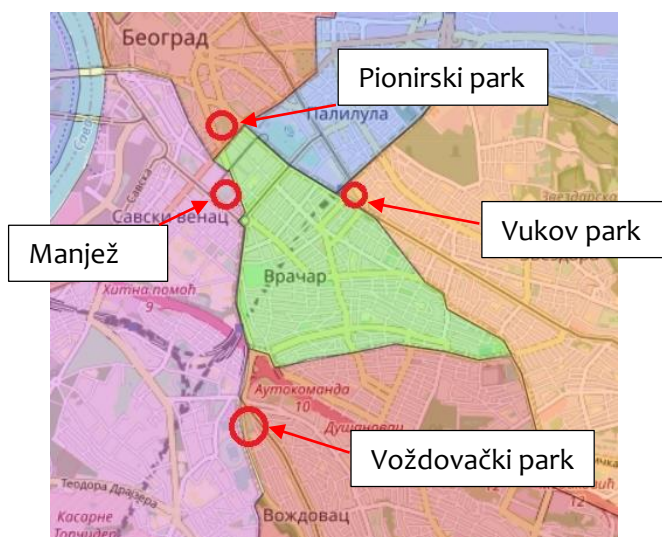
Monitoring urbanih i periurbanih zelenih površina se definiše kao detaljno informisanje o strukturi zelenila i pravljenje relevantnih, dugoročnih baza podataka (Savastru et al., 2018). Zdravstveno stanje urbanih zelenih površina je od presudne važnosti zato što pruža mnogobrojne benefite zdrave životne sredine i održava socijalni balans u gradovima (Sun et al., 2019, Soto et al., 2018). Poremećaji u šumskim ekosistemima mogu biti uočeni na velikim površinama koristeći vremenske serije satelitskih snimaka za detekciju rasta broja štetočina kako bi se sprečile velike štete na šumskim ekosistemima. Rana upozorenja su ključna za uspešno upravljanje zelenim površinama (Kantola et al., 2011, Jepsen et al., 2009) i važna su ne samo za zaštitu prirodnih resursa i javnog zdravlja, već i ekonomije jer je monitoring fiziologije i fenologije biljaka zahtevan i dugotrajan proces za koji je potrebno dosta resursa (Kantola et al., 2010).

Korišćenje bespilotnih letelica najčešće je dopunski metod u slučaju da je potrebna veća vremenska ili prostorna rezolucija (White et al., 2006).

Metod

Lokacija

Istraživanje je sprovedeno u Beogradu, na 4 lokacije u urbanim parkovima. Obuhvaćene su 4 opštine (Stari grad, Voždovac, Zvezdara i Savski venac) a na svakoj opštini je odabran park približne veličine i namene, takozvani „gradski park“. Položaj parkova po opštinama je prikazan na slici 1 (Pionirski park 44.81051, 20.46446 – Stari Grad, Voždovački park 44.78598, 20.46653 - Voždovac, Vukov park 44.80485 - Zvezdara, 20.47866 i Manjež 44.80486, 20.46367 – Savski venac).



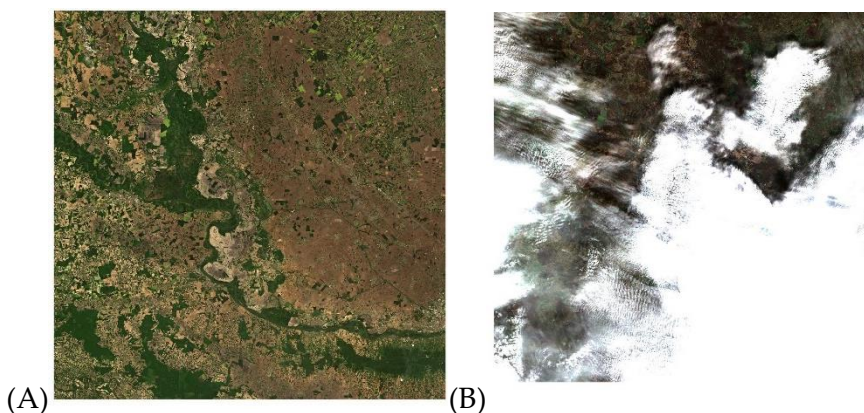
Slika 1. Lokacije parkova na Beogradskim opštinama

Manjež obuhvata površinu od 2,6ha i obuhvata zelene površine sa travnjacima i visokim drvećem, prostor za odmor i dečije igralište. Pionirski park je površina od 3,3ha koji pored sadržaja koje ima park Manjež, ima i manju vodenu površinu (fontanu). Vukov park (1,6ha) ne sadrži dečije igralište dok Voždovački park (1,9ha) ima sadržaj identičan parku Manjež.

Obrada satelitskih snimaka

Sadržaji parka, odnosno kategorija kojoj pripadaju naročito su važni kako bi vegetacioni indeksi (VI) bili uporedivi jer se njihova vrednost između parkova može razlikovati zbog odnosa otvorenih površina i visokog zelenila čime razlika ne bi bila indikator vegetativnog stanja zelenih površina.

Za računanje vegetacionih indeksa korišćene su isključivo slike satelita napravljene tokom sunčanih dana (slika 2A). U oblačnim danima, vrednosti vegetacionih indeksa su smanjene usled pogrešnog čitanja spektralnog odziva koji nastaje zbog refleksije oblaka (slika 2B). Isključene su slike na kojima je oblak direktno iznad osmatranih parkova ili stvara senku na ovoj površini.



Slika 2. Satelitski snimak Sentinel-2 (A) bez oblaka i (B) u oblačnom danu sa Sentinel-2 platforme

Sentinel 2 detektuje 10 kanala (opsega) iz kojih se mogu računati indeksi NDVI (engl. normalized difference vegetation index), NDRE (engl. normalized difference red-edge vegetation index) i EVI (engl. enhanced vegetation index) koji su dobili nazive po delovima spektra iz kojih se računaju. Za računanje NDRE indeksa potreban je kanal iz krajnje crvenog dela spektra koji ima rezoluciju 20x20m što je manje od rezolucije NDVI

vrednosti (10x10m). Ova dva indeksa su zajednička za ova senzora pa je fokus rada na njima kako bi se uporedile prednosti različitih platformi.

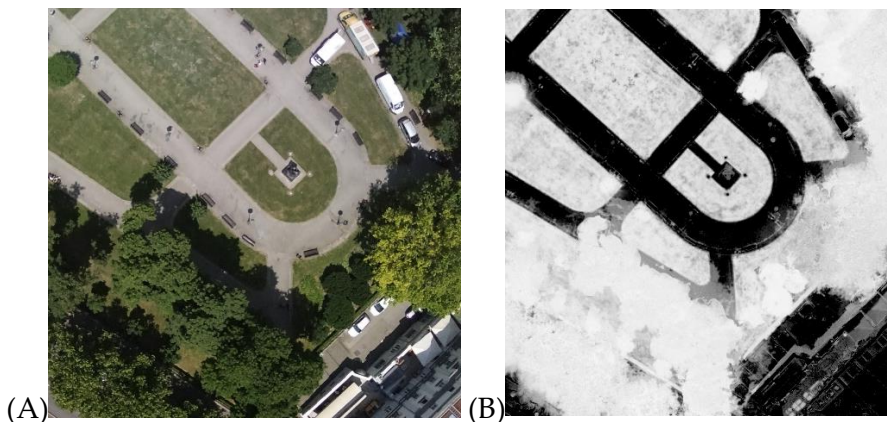
Površine su georeferencirane u QGIS (3.10.14) softveru na podlozi Google map (Source: Map data 2022 © Google) gde su ucrtani poligoni (engl. shapefile). Dalje računanje indeksa se vrši prema sledećim formulama:

$$NDVI = \frac{(NIR - red)}{(NIR + red)}$$
$$NDRE = \frac{(NIR - red\ edge)}{(NIR + red\ edge)}$$

Vrednosti vegetacionih indeksa NDVI i NDRE za datu površinu dobijene su preklapanjem slika crvenog i bliskoinfracrvenog dela spektra, odnosno krajnje crvenog i bliskoinfracrvenog dela spektra prema navedenoj formuli.

Bespilotna letelica

Bespilotna letelica (kvadkopter) DJI P4 sa multispektralnom kamerom sa 5 kanala (crveni, krajnje crveni, zeleni, plavi i bliskoinfracrveni) je korišćena za snimanje 4 odabrane zelene površine. Misije letenja su kreirane jedna po parku tako da pokrije region od interesa (*eng. region of interest ROI*). Visina leta bila je maksimalna prema pravilniku o bespilotnim vazduhoplovima što je 100m. Maksimalna visina korišćena je kako bi letelica ostala iznad visokih krošnji i zgrada. Prostorna rezolucija snimanja je bila 5,3cm/pix. Stabla su slikana odozgo (slika 3A), a zatim su preklapanjem fotografija koristeći fotogrametrijski softver Pix4Dmapper dobijene ortofoto mape iz kojih su izračunati NDVI, NDRE, LCI (*engl. leaf chlorophyll index*), BNDVI (*engl. blue normalized difference vegetation index*), GNDVI (*engl. green normalized difference vegetation index*) indeksi za pomenute površine (slika 3B).



Slika 3. Snimak sa drona Vukovog parka (A) RGB slika i (B) NDVI slika istog regiona interesa

Analiza podataka

Podaci dobijeni snimanjem dronom i satelitskim putem razlikuju se u prostornoj i vremenskoj rezoluciji što utiče na preciznost merenja. Snimanje dronom je ograničeno atmosferskim uslovima (padavinama, oblačnošću i brzinom vetra), dok se satelitski snimci mogu koristiti samo ukoliko su napravljeni tokom sunčanih dana. Najveću prostornu rezoluciju imaju podaci dobijeni merenjem multispektralnom kamerom drona. Očekuje se da se sa većom prostornom rezolucijom dobijaju preciznija merenja.

Iz merenih vrednosti spektralnog odziva multispektralne kamere sa drona računate su srednje vrednosti i medijane indeksa NDVI i NDRE. Medijane su računate kako bi se isključila mogućnost da niske vrednosti indeksa pojedinih piksela drastično utiču na srednju vrednost vegetacionih indeksa.

Podaci prikupljeni *in situ* opservacijama (sadržaj parka, odnos otvorenih površina i visokog zelenila) korišćeni su za izbor i kalibraciju podataka prikupljenih daljinskom detekcijom - satelitskim snimcima. Definisane su vremenske serije promena spektralnog odziva sa satelitskih snimaka i izračunata je korelacija između spektralnog odziva sa dve platforme.

Pirsonovim testom analizirano je u kojoj meri koreliraju vrednosti vegetacionih indeksa merenih daljinskim i proksimalnim merenjem kako bi se utvrdilo da li se *in situ* merenja mogu koristiti da se prevaziđe problem male učestalosti satelitskih snimaka i nemogućnosti njihovog korišćenja tokom oblačnih dana.

Za prikupljanje i obradu podataka korišćeni su program PyCharm 2018.1 EAP JetBrains, Pix4Dmapper SA 4.0, QGIS3.10.14 i IBM SPSS Statistics Version 26.

Rezultati i diskusija

NDVI indeks jedan je od najkorišćenijih u biološkim disciplinama za praćenje vegetacije. Velika prednost ovog indeksa je što se za njegovo računanje koristi odziv u crvenom i bliskoinfracrvenom delu spektra koji se može registrovati pomoću velikog broja kamera i sa različitih platformi. Za potrebe praćenja fenologije i fiziologije biljaka, u ovom istraživanju su korišćene različite metode i uređaji kako bi se došlo do najboljeg indeksa i načina praćenja njihove vegetacije.

Radi poređenja vegetativnog stanja zelenih površina (4 gradska parka) pre svega su korišćeni indeksi koji se mogu izračunati sa obe platforme – satelita i drona. U tabelama 1 i 2 prikazane su vrednosti NDVI i NDRE indeksa gde se vidi raspon vrednosti vegetativnih indeksa tokom vrhunca vegetacione sezone. Srednje vrednosti NDVI

indeksa računatih sa satelita se kreću od 0.63 za Vukov park i Manjež do 0.71 za Voždovački park. Slična je situacija sa vrednostima NDVI indeksa računatih iz drona – najniže vrednosti ima Vukov park (0,51) a najviše Voždovački (0,71) (Tabela 1).

Tabela 1. NDVI vrednosti za istraživana područja sa obe platforme

		NDVI				
		srednje vrednosti	median	standardna devijacija	minimalna vrednost	maksimalna vrednost
Pionirski	dron	0.615752	0.732785	0.290258	-0.68509	0.956233
	sateli	0.684181	0.712439	0.116825	0.300863	0.855589
Voždovački	dron	0.709015	0.7737	0.191834	-0.43825	0.970298
	satelit	0.70578	0.732434	0.106471	0.346344	0.867914
Manjež	dron	0.649703	0.786952	0.299705	-0.69378	0.991678
	sateli	0.630841	0.65521	0.143766	0.207	0.846896
Vukov park	dron	0.510996	0.654011	0.32554	-0.63683	0.960488
	sateli	0.63464	0.644968	0.111311	0.259106	0.834955

Vrednosti računate iz drona imaju bolju prostornu rezoluciju zbog čega se i očekuje da bolje reprezentuju vegetativno stanje zelenih površina jer preciznije izuzimaju objekte koji ne pripadaju zelenilu. Sve ukupno vrednosti NDVI indeksa sa multispektralne kamere drona imaju niže vrednosti od onih računatih sa satelita. S obzirom na drvorede koji okružuju istraživana područja i mogu biti obuhvaćeni pikselom satelita koji je veličine 10x10m, više vrednosti VI sa satelita mogu poticati od okolnih drvoreda. Uprkos razlikama u vrednosti vegetativnih indeksa, korelacija NDVI indeksa sa različitim platformi je visoka $r=0.75$ ($p<0.01$) što govori o mogućnosti formiranja jedinstvenog seta podataka koji bi mogao da se formira spajanjem podata iz različitih izvora.

Za određene karakteristike zelenih površina pokazalo se da je NDRE bolji indikator od NDVI (Modzelewska et al., 2017., Ballester et al., 2017., Handique et al., 2017., Groszyk et al., 2015., Amaral et al., 2014., Karande et al., 2014.). U tabeli 2 su prikazane vrednosti indeksa NDRE sa satelita i multispektralne kamere. Slično NDVI vrednostima, NDRE vrednosti su najviše za Voždovački park a najniže za Vukov park. Manjkavost lošije rezolucije u krajnje crvenom delu spektra (20x20m) kod satelitskih snimaka je uočljiv u vrednostima NDRE indeksa po parkovima (Tabela 2). Piksel velikih razmera obuhvata i delove zapečaćenih površina što rezultira nižim ukupnim vrednostima vegetativnih indeksa. S toga ova rezolucija nije dobar reprezent vegetativnog stanja zelenira u gradskim parkovima već može da zavisi od udela pešačkih staza u parkovima.

Tabela 2. NDRE vrednosti za istraživana područja sa obe platforme

		NDRE				
		srednje vrednosti	median	standardna devijacija	minimalna vrednost	maksimalna vrednost
Pionirski	dron	0.682071	0.716531	0.120256	0.325938	0.865947
	sateli	0.28891	0.2582	0.17387	-0.1204	0.62363
Voždovački	dron	0.70578	0.732434	0.106471	0.346344	0.867914
	satelit	0.26269	0.26254	0.14575	0.03369	0.53623
Manjež	dron	0.705133	0.74131	0.141952	0.212186	0.900901
	sateli	0.021017	0.20226	0.22666	-0.3719	0.64031
Vukov park	dron	0.6057	0.600719	0.120032	0.198578	0.820854
	sateli	0.2811	0.27047	0.21417	-0.088	0.6648

Uprkos ograničenju ove rezolucije, korelacija NDRE indeksa sa različitim platformi je takođe visoka $r=0,71$ ($p<0,01$) i može poslužiti za fuziju podataka sa drona i time unapređenje vremenske rezolucije za upravljanje urbanih zelenim površinama.

Snimanjem multispektralnom kamerom drona omogućava se praćenje više parametara vegetativnog stanja jer se iz ovih kanala (crvenog, krajnjecrvenog, zelenog, plavog i bliskoinfracrvenog) mogu računati i indeksi sadržaja hlorofila u listovima (LCI), indeksi koji detektuju ukupan sadržaj hlorofila na zelenoj površini (BNDVI) i indeksi koji se koriste za utvrđivanje stepena fotosinteze i nivoa stresa u biljkama (GNDVI). Po definiciji i vrednostima, ovi indeksi međusobno koreliraju i zajedničko im je da su im vrednosti najveće za Voždovački park (BNDVI – 0,89, GNDVI – 0,63, LCI – 0,27) a najniže za Vukov park (BNDVI – 0,82, GNDVI – 0,48, LCI – 0,18) (Tabela 3).

Tabela 3. Vrednosti indeksa računatih iz snimaka multispektralne kamere za 4 istraživana parka

Pionirski park					
	srednje vrednosti	median	standardna devijacija	minimalna vrednost	maksimalna vrednost
BNDVI	0.855711	0.914241	0.132216	-0.32203	0.988139
GNDVI	0.557395	0.640821	0.224384	-0.70484	0.938066
LCI	0.234768	0.268017	0.124671	-3.09052	0.831852
Voždovački park					
	srednje vrednosti	median	standardna devijacija	minimalna vrednost	maksimalna vrednost
BNDVI	0.886875	0.913801	0.082412	-0.48333	0.980448
GNDVI	0.632847	0.662799	0.140337	-0.59716	0.951808
LCI	0.269942	0.274722	0.088826	-1.48286	0.833922
Manjež park					
		srednje vrednosti	median	standardna devijacija	minimalna vrednost
BNDVI	0.860227	0.922817	0.136044	-0.65098	0.994787
GNDVI	0.57483	0.667401	0.234228	-0.79413	0.979222
LCI	0.244487	0.274241	0.136113	-4.92551	0.950157
Vukov park					
	srednje vrednosti	median	standardna devijacija	minimalna vrednost	maksimalna vrednost
BNDVI	0.819431	0.900563	0.147438	-0.28843	0.977584
GNDVI	0.481246	0.592155	0.250478	-0.70187	0.945114
LCI	0.184141	0.216706	0.128502	-2.25389	0.833932

Ovi rezultati pokazuju jednobrazno da je Voždovački park najboljeg zdravstvenog stanja, dok zelenilo Vukovog parka ima najnižu vegetativnu aktivnost. Analizom različitih vegetativnih indeksa, uočeno je da zelenilo Vukovog parka ima najmanji sadržaj hlorofila (LCI i BNDVI), najnižu fotosintetičku aktivnost i najviši stepen stresa (GNDVI). Opšte stanje zelenila je najbolje u Voždovačkom parku gde je i vegetativna aktivnost najveća (NDVI i NDRE). Rezultati ukazuju na prednosti upotrebe jedne i druge platforme (prednost bolje rezolucije snimaka sa drona i velike vremenske učestalosti snimanja satelitom) i prikazuje sličnosti u oscilacijama različitih parametara zelenih površina (NDVI, NDRE, BNDVI, GNDVI i LCI) – njihovu međusobnu korelaciju.

Zaključak

Korišćenjem satelitskih snimaka Sentinel-2, uspešno su praćene promene vegetativne aktivnosti tokom sezone i utvrđena je razlika vegetativnog stanja različitih zelenih površina. Nedostaci praćenja vegetacije satelitskim snimanjem ogledaju se u ograničenom broju vegetacionih indeksa koji se mogu izračunati (NDVI, NDRE i EVI) kao i problemu uticaja atmosferskih pojava (nemogućnost korišćenja snimaka u oblačnim danima).

Multispektralna kamera sa drona može zameniti satelitsko praćenje kada ono nije moguće ili je ograničeno atmosferskim pojavama poput kiša, snega, i pojave oblačnosti. Zahvaljujući velikom broju opsega talasnih dužina, može se računati veliki broj vegetacionih indeksa koji imaju različitu primenu, ali je korelacija između njih visoka tako da se podaci sa različitih platformi mogu koristiti za pravljenje jedinstvenog seta podataka koji kao krajnji rezultat ima bolju vremensku i prostornu rezoluciju.

Digitalizacijom praćenja urbanih zelenih površina, povećava se efikasnost i preciznost metode. Ovakva terenska istraživanja su važna da bi se na osnovu specifičnih podataka o spektralnom odzivu odabranih parkova registrovala odstupanja od normalnog toka vegetacije (prisustvo bolesti, promena fizioloških procesa usled nepovoljnih klimatskih ili pedoloških uslova i sl.), što dalje omogućava blagovremenu detekciju i sanaciju problema. Prikupljeni podaci o spektralnom odzivu sa različitih platformi omogućavaju validaciju metode i ukazuju da je satelitsko praćenje efikasno uprkos nižoj vremenskoj i prostornoj rezoluciji i da je najbolji izbor za daljinsku detekciju i kontinuirano praćenje vegetacije kombinovanje snimaka sa drona i iz satelita.

Literatura

- Amaral, L., Molin, J., Portz, G., Finazzi, F. (2014): Comparison of crop canopy reflectance sensors used to identify sugarcane biomass and nitrogen status. *Precision Agriculture*, Vol. 16(1): p. 15-28.
- Ballester, C., Hornbuckle, J., Brinkhoff, J., Smith, J., Quayle, W. (2017): Assessment of in-season cotton nitrogen status and lint yield prediction from unmanned aerial system imagery. *Remote sensing*, Vol. 9(11), article number 1149.
- Delbart, N., Beaubien, E., Kergoat, L., Le Toan, T. (2015): Comparing land surface phenology with leafing and flowering observations from the PlantWatch citizen network, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 160: p. 273-280.

- Dragoni, D., Rahman, F. (2012): Trends in fall phenology across the deciduous forests of the Eastern USA, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 157: p. 96-105.
- Groszyk, J., Samborski, S., Gozdowski, D., Stepień, M., Leszczynska, E. (2015): Characterization of winter wheat nitrogen status with vegetation indices under different availability of sulphur. *Precision Agriculture 2015 - Papers Presented at the 10th European Conference on Precision Agriculture, ECPA 2015* 2015. p. 59-66.
- Handique, B., Khan, A., Goswami, C., Prashnani, M., Gupta, C., Raju, P. (2017): Crop discrimination using multispectral sensor onboard unmanned aerial vehicle. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section A - Physical Sciences*, Vol. 87(4), p. 713-719.
- Hmimina, G., Dufrêne, E., Pontailleur, J.Y., Delpierre, N., Aubinet, M., Caquet, B., de Grandcourt, A., Burban, B., Flechard, C., Granier, A., et al. (2013): Evaluation of the Potential of MODIS Satellite Data to Predict Vegetation Phenology in Different Biomes: An Investigation Using Ground-Based NDVI Measurements, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 132: p.145-158.
- Hufkens, K., Friedl, M. Sonnentag, O., Braswell, B., Milliman, T., Richardson, A. (2011): Linking near-surface and satellite remote sensing measurements of deciduous broadleaf forest phenology, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 117: p. 307-321.
- Jepsen, J.U., Hagen, S.B., Høgda, K.A., Ims, R.A., Karlsen, S.R., Tømmervik, H., Yoccoz, N.G. (2009): Monitoring the Spatio-Temporal Dynamics of Geometrid Moth Outbreaks in Birch Forest Using MODIS-NDVI Data, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 113: p. 1939-1947.
- Kantola, T.; Lyytikäinen-saarenmaa, P.; Vastaranta, M.; Kankare, V. (2011): Using High Density ALS Data in Plot Level Estimation of the Defoliation by the Common Pine Sawfly, *SilviLaser 2011, Proceedings book of Conference, 11th International Conference on LiDAR Applications for Assessing Forest Ecosystems : conference handbook*, No. of p. 9.
- Kantola, T., Vastaranta, M., Yu, X., Lyytikäinen-Saarenmaa, P., Holopainen, M., Talvitie, M., Kaasalainen, S., Solberg, S., Hyyppä, J. (2010): Classification of Defoliated Trees Using Tree-Level Airborne Laser Scanning Data Combined with Aerial Images, *Remote Sensing*, Vol. 2: p.2665-2679.
- Karande, B., Lunagariya, M., Patel, K., Pandey, V. (2014): Model for detecting nitrogen deficiency in wheat crop using spectral indices. *Journal of Agrometeorology*, Vol. 16(1): p. 85-93.
- Modzelewska A., Sterenczak, K., Mierczyk, M., Maciuk, S., Balazy, R., Zawila-Niedzwiecki, T. (2017): Sensitivity of vegetation indices in relation to parameters of Norway spruce stands. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, Vol. 59(2), p. 85-98.
- Ryu, Y., Lee, G., Jeon, S., Song, Y., Kimm, H. (2014): Monitoring multi-layer canopy spring phenology of temperate deciduous and evergreen forests using low-cost spectral sensors, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 149: p. 227-238.

- Savastru, D.M., Zoran, M.A., Savastru, R.S., Popa, I.R. (2018): Integrated Remote Sensing for Urban Forest Changes Monitoring. In Proceedings of the Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018); Themistocleous, K., Papadavid, G., Michaelides, S., Ambrosia, V., Hadjimitsis, D.G., Eds.; SPIE, Vol. 10773: p. 223–235.
- Sherry, R.A., Zhou, X., Gu, S., Arnone III, J.A., Schimel, D.S., Verburg, P.S., Wallace, L.L., Luo, Y. (2007): Divergence of reproductive phenology under climate warming, Proceedings of National Academy of Sciences U. S. A., Vol. 104: p. 198–202.
- Sonnentag, O., Hufkens, K., Teshera-Sterne, C., Young, A., Friedl, M., Braswell, H., Milliman, T., O'Keefe, J., Richardson, A. (2012): Digital repeat photography for phenological research in forest ecosystems, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 152: p. 159–177.
- Soto, J.R., Escobedo, F.J., Khachatryan, H., Adams, D.C. (2018): Consumer Demand for Urban Forest Ecosystem Services and Disservices: Examining Trade-Offs Using Choice Experiments and Best-Worst Scaling, Ecosystem Services, Vol. 29: p. 31–39.
- Soudani, K., Hmimina, G., Delpierre, N., Pontailier, J.Y., Aubinet, M., Bonal, D., Caquet, B., De Grandcourt, A., Burban, B., Flechard, C., Guyon, D., Granier, A., Gross, P., Heinesh, B., Longdoz, B., Loustau, D., Moureaux, C., Ourcival, J.M., Rambal, S., Saint Andre, L., Dufrene, E. (2012): Ground-based Network of NDVI measurements for tracking temporal dynamics of canopy structure and vegetation phenology in different biomes, Remote Sensing of Environment, Vol. 123: p.234–245.
- Sun, F., Xiang, J., Tao, Y., Tong, C., Che, Y. (2019): Mapping the Social Values for Ecosystem Services in Urban Green Spaces: Integrating a Visitor-Employed Photography Method into SolVES, Urban Forestry and Urban Greening Vol. 38: p. 105–113.
- White, M.A., Nemani, R.R. (2006): Real-Time Monitoring and Short-Term Forecasting of Land Surface Phenology, Remote Sensing of Environment, Vol. 104: p.43–49.
- Wu, C., Peng, D., Soudani, K., Siebicke, L., Gough, C., Arain, M.A., Bohrer, G., Lafleur, P., Peichl, M., Gonsamo, A., Xu, S., Fang, B., Ge, Q. (2017): Land surface phenology derived from normalized difference vegetation index (NDVI) at global FLUXNET sites, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 233: p. 171–182.
- Zhang, X., Friedl, M., Schaaf, C. (2006): Global vegetation phenology from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Evaluation of global patterns and comparison with in situ measurements, Journal of Geophysical Research, Vol. 111: p. G04017.

REMOTE SENSING TECHNIQUES IN MONITORING OF URBAN GREENERY'S HEALTH

Isidora Simović¹, Bojana Ivošević¹

*¹Biosens Institute, University of Novi Sad, Novi Sad
isidora.simovic@biosense.rs*

Summary

Urban trees play a vital role in the health and well-being of a city's residents, providing numerous environmental, social, and economic benefits. However, the health of urban trees is often compromised by a variety of stressors and their monitoring is essential for ensuring their long-term sustainability. Traditional methods of inspection can be time-consuming, labor-intensive, and costly. Therefore, remote sensing techniques offer a promising solution to these challenges, providing a cost-effective and efficient way to assess trends that may indicate the health status of trees.

Monitoring of 4 central city parks was conducted in 4 municipalities in Belgrade. We tested using UAV and satellite images for recognition of changes in vegetative activities of urban greenery by creating time series of 5 vegetative indexes (NDVI, NDRE, BNDVI, GNDVI, LCI) for each municipality.

Results show consistency as each of the following indexes: NDVI, BNDVI, GNDVI, and LCI show that the greenery of the best health is in Voždovac park while the lowest values are for the Vuk park for both platforms (UAV and satellite). A high correlation of data collected from different platforms justifies the usage of satellite images for monitoring urban parks despite the limitation of temporal and spatial resolution. The accordance in values of 4 indexes allows using this methodology for various purposes as GNDVI is aimed at the photosynthetic activity while LCI registers leaf chlorophyll content. On the other hand, NDRE values calculated from the 2 platforms are not in accordance and, therefore, show the limitation in satellite monitoring of urban green areas by the low-resolution indexes and the advantage of using drones for studying small urban parks. NDVI calculated from satellite images has better resolution than the NDRE index which has implications for the quality and precision of the data. This suggests that spatial resolution is of utter importance in the recognition of urban greenery's health and proposes using unmixing and other mathematical adjustments for improving the quality of the dataset.

Remote sensing tools offer insights into the long-term impacts of stressors and management practices providing objective, non-invasive methods of data collection. The most valuable contribution of such practice is the help in the timely identification of potential issues before they become visible and support in informed decision-making. Previous research was conducted on the municipality level and current research show more promising results in detecting urban greenery's health based on better resolution and at a level of single parks.

TRADICIONALNI GENOTIPOVI JABUKE IZ ZAPADNE SRBIJE - EVALUACIJA KVALITETA I SENZORIČKIH KARAKTERISTIKA

Ivana Radović¹, Aleksandar Radović², Slađana Savić³, Milena Marjanović¹, Zorica Jovanović¹

¹Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd

Autor za korespondenciju: Ivana Radović ivana.petrovic@agrif.bg.ac.rs

²Univerzitet u Nišu – Poljoprivredni fakultet, Kruševac

³Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka, Smederevska Palanka

Rezime

Jabuka je jedna od najgajenijih vrsta voćaka u svetu i u Srbiji. Kvalitet plodova jabuke je značajan kako za stonu potrošnju, tako i za prerađivačku industriju. Tradicionalni genotipovi, lokalne populacije i divlji srodnici kultivisanih biljaka pokazuju širok spektar raznovrsnih osobina kvaliteta i otpornosti na stres, što može biti značajno za budućnost poljoprivrede. Oni predstavljaju važan resurs za buduće programe oplemenjivanja i imaju veliki značaj u kontekstu rastućih klimatskih promena. Konzervacija i održiva upotreba tradicionalnih genotipova obezbeđuje diverzitet ishrane lokalnih zajednica i veću nezavisnost lokalnih sistema proizvodnje hrane. Tradicionalni genotipovi gajeni u tradicionalnim, ekstenzivnim poljoprivrednim sistemima su takođe značajni sa aspekta zaštite životne sredine u poljoprivredi. Oni takođe imaju kulturološki i gastronomski značaj.

Region zapadne Srbije je veoma bogat tradicionalnim genotipovima voća, pa stoga predstavlja zanimljivo područje za istraživanje ovih genetičkih resursa. Cilj ovog rada je bila evaluacija kvaliteta i senzoričkih osobina plodova 11 tradicionalnih genotipova jabuke iz zapadne Srbije, koja je praćena analizom saznanja vezanih za upotrebu ovih genotipova. Sa aspekta kvaliteta plodova, mereni su masa, širina i dužina ploda, čvrstina ploda, sadržaj solubilnih materija i organskih kiselina. Senzoričke osobine plodova su ocenjene putem upitnika za najvažnije karakteristike ploda: izgled, miris, ukus, sočnost i trpkost.

Analiza morfoloških osobina je pokazala da je najveću masu plodova, ali i najmanju čvrstinu imao genotip 'Kožara žuta'. Najčvršći plodovi su bili prisutni kod genotipova 'Repača' i 'Kožara starinska'. Najveći sadržaj solubilnih materija i organskih kiselina su imali plodovi genotipa 'Kožara starinska'. Najniži sadržaj organskih kiselina

odlikuje genotipove 'Valijka', 'Bela vajlija' i 'Šarenika', dok je najniži sadržaj solubilnih materija prisutan kod genotipova 'Streknja' i 'Bela valija'.

Evaluacijom kvalitativnih i senzornih osobina najviše ocene za izgled je imao genotip 'Zvečarka' zbog veoma atraktivnih plodova, ali i najnižu ocenu ukusa. Plodovi jabuka 'Repača' i 'Kožara starinska' su bili najsočniji, ali su bili i najmanje atraktivni za potrošače. Najbolji ukus, praćen dobrom aromom, su imali plodovi genotipova 'Lepocvetka' i 'Valijka'.

Na osnovu tradicionalnih saznanja, genotip 'Kolačara' je najbolje poznat lokalnoj zajednici i ima prepoznat potencijal kao jabuka za preradu, dok je potencijal genotipova 'Budimka' i 'Streknja' prepoznat u proizvodnji sokova. Među ispitivanim genotipovima zbog svojih kvalitativnih osobina 'Lepocvetka' je pokazala veliki potencijal za stonu potrošnju, iako nije široko poznata. Najmanje poznat lokalnoj zajednici je genotip 'Repača', ali zbog izuzetnih ocena ukusa, arome i sočnosti može biti zanimljiv za stonu potrošnju. Takođe ovaj genotip ima izuzetno čvrste plodove, što ukazuje na njegov potencijal u održanju kvaliteta tokom skladištenja.

Uvod

Jabuka (*Malus domestica* Borkh.) je jedna od najgajenijih vrsta voćaka na svetu. Proizvodnja jabuke beleži porast na globalnom nivou i ukupni prinosi su 2021. godine iznosili preko 93 miliona tona. Kina je zemlja koja proizvede najviše jabuke – skoro polovinu svetske proizvodnje, a sledeći veliki proizvođači su SAD i Turska. U Srbiji je takođe primetan pozitivan trend kada je u pitanju proizvodnja jabuke. Jabuka se u našoj zemlji gaji na 27.034 hektara, a poslednji dostupni statistički podaci za 2021. godinu pokazuju da su prinosi iznosili 513.238 tona (FAOSTAT, 2021).

Promena klime, pojava novih bolesti i štetočina, ali i zahtevi potrošača za plodovima koji nisu intenzivno tretirani hemijskim sredstvima, stavljaju nove izazove pred proizvođače jabuke. Odgovor na ove izazove će umnogome zavisiti od autohtonih sorti, lokalnih populacija i divljih srodnika biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu (Bramel i Volk, 2019). Podaci ukazuju da su autohtone sorte otpornije na sušu (Mihaljević i sar., 2021), kao i da postoje autohtoni genotipovi otporni na neke od najznačajnijih patogena jabuke (Balaž i sar., 2017). Autohtone sorte su značajne i sa aspekta ljudskog zdravlja pošto istraživanja pokazuju da imaju više bioaktivnih materija i veću antioksidativnu aktivnost u odnosu na nove kultivare (Jakobek i sar., 2020, Duralija i sar., 2021;). Takođe, većina potrošača tradicionalne genotipove ocenjuje kao kvalitetnije i znatno ih više ceni na tržištu (Botelho i sar., 2018).

Kvalitet jabuke je definisan nizom morfoloških i biohemijskih osobina ploda. Prilikom odabira jabuke bitan je vizuelni utisak koji plodovi ostavljaju na potrošača. Od morfoloških osobina značajne su boja, oblik, masa i veličina ploda, kao i promene u izgledu i teksturi ploda tokom skladištenja (Jha i sar., 2012). Za pojedine potrošače je značajan i sjaj pokožice ploda. Kada je u pitanju konzumacija plodova, potrošačima su posebno bitne slatkoća i kiselost ploda (Benković-Lačić i sar., 2022). U subjektivnoj percepciji slatkoće i kiselosti su posebno značajni sadržaj rastvorljivih suvih materija i sadržaj organskih kiselina, kao i njihov odnos (Jha i sar., 2012). Značajan parametar kvaliteta predstavlja i aroma ploda, koja je definisana sadržajem estara, alkohola, aldehida, ketona i etara. Za aromu zrelog ploda su posebno značajni alkoholi i estri (Espino-Díaz i sar., 2016). Potrošači kao dodatnu kvalitativnu odliku vide poreklo jabuka i više cene tradicionalne genotipove, smatraju da su ukusniji i kvalitetniji i spremni su da ih plate više nego komercijalne sorte (Dinis i sar., 2011).

Cilj ovog rada je analiza kvaliteta i senzoričkih osobina plodova 11 tradicionalnih genotipova jabuke iz zapadne Srbije, praćena analizom tradicionalnih saznanja vezanih za upotrebu ovih genotipova.

Metod rada

U sklopu ovog istraživanja su ispitani plodovi 11 autohtonih genotipova jabuke ('Kožara žuta', 'Šarenika', 'Bela vajlija', 'Lepocvetka', 'Budimka', 'Repača', 'Streknja', 'Valijka', 'Zvečarka', 'Kožara starinska' i 'Kolačara').

Plodovi su sakupljeni u jesen 2022. godine u fazi pune zrelosti u zapadnoj Srbiji, na seoskim okućnicama na teritoriji opština Mionica i Valjevo. Stabla sa kojih potiču plodovi nisu bila orezana niti su u uzgoju jabuke korišćene bilo kakve druge agrotehničke mere. Na terenu je putem intervjua zabeleženo tradicionalno znanje koje lokalno stanovništvo poseduje o ovim genotipovima, a posebno njihovoj upotrebnoj vrednosti. Plodovi su skladišteni dva meseca do analiza.

Ispitane su morfološke osobine plodova: osnovna i dopunska boja ploda, raspored i procenat dopunske boje, masnoća pokožice, masa plodova (g), širina i dužina plodova (mm) i čvrstina ploda (kg/cm^2). Čvrstina ploda je izmerena ručnim penetrometrom FHT-1122 (Landek Instruments, Kina). Od biohemijskih karakteristika su određeni sadržaji rastvorljivih suvih materija (Brix°) i sadržaj organskih kiselina. Rastvorljive suve materije su određene HI96801 refraktometrom (Hanna Instruments, SAD), dok je sadržaj organskih kiselina određen metodom titracije (Tyl i Sadler, 2017). Senzoričke osobine

ploda su određene poentiranjem, kojim su ocenjeni izgled, ukus, miris, sočnost i trpkost plodova.

Deskriptivna statistika (srednja vrednost $\pm$ standardna greška) je urađena u programu SigmaPlot (verzija 11.0). Podaci senzoričke analize i podaci za čvrstinu ploda su standardizovani (0-100%) pre predstavljanja u vidu radar plota.

Rezultati rada i diskusija

Boja ploda se smatra važnom odlikom za odabir jabuke od strane potrošača. Najatraktivniji plodovi za potrošače su crvene (Drkenda i sar., 2021; Jönsson i Nybom, 2006) ili zelene boje (Benković-Lačić i sar., 2022). Ispitivanje morfoloških osobina plodova je pokazalo da osnovna boja ploda varira od zelene, preko žuto-zelene, do bledožute i žute (Tabela 1). Većina plodova ima crvenu i ružičastu dopunsku boju. Procenat dopunske boje je najveći (100%) kod genotipova 'Streknja' i 'Zvečarka', dok je najniži kod genotipova 'Kožara žuta' (0%) i 'Lepocvetka' (5%). Kod većine genotipova je dopunska boja raspoređena jednolično, dok je kod četiri genotipa ('Šarenika', 'Streknja', 'Kožara starinska' i 'Kolačara') raspoređena u vidu pramenova. Masnoća pokožice je varirala od veoma izražene preko umerene do potpunog odsustva masnoće pokožice.

Tabela 1. Morfološke osobine plodova 11 ispitivanih genotipova jabuke (osnovna i dopunska boja ploda, raspored i procenat dopunske boje, masnoća pokožice)

Genotip	Osnovna boja ploda	Dopunska boja ploda	Raspored dopunske boje	Procenat dopunske boje (%)	Masnoća pokožice
'Kožara žuta'	Zeleno-žuta	/	/	0	Nema
'Šarenika'	Žuta	Crvena	Pramenovi	80	Veoma izražena
'Bela vajlija'	Bledožuta	Ljubičasta	Jednolično	25	Veoma izražena
'Lepocvetka'	Žuta	Ružičasta	Jednolično	5	Nema
'Budimka'	Bledožuta	Ružičasta	Jednolično	15	Umerena
'Repača'	Zelena	Ružičasta	Jednolično	10	Umerena
'Streknja'	Zeleno-žuta	Crvena	Pramenovi	100	Veoma izražena

'Valijka'	Bledožuta	Ružičasta	Jednolično	20	Umerena
'Zvečarka'	Žuta	Bordo crvena	Jednolično	100	Izražena
'Kožara starinska'	Zeleno-žuta	Crvena	Pramenovi	15	Nema
'Kolačara'	Zeleno-žuta	Crvena	Pramenovi	70	Umerena

Masa, širina i dužina plodova su predstavljeni u tabeli 2. Najteže plodove je imao genotip 'Kožara žuta' (221,36 g). Ovaj genotip je imao i najduže i najšire plodove. Kod genotipa 'Valijka' je zabeležena najmanja masa ploda. Najmanju dužinu i širinu ploda je imao genotip 'Repača'. Rezultati su pokazali da većina analiziranih genotipova ima plodove koji se mogu označiti kao mali ili srednje krupni, što je u skladu sa literaturnim podacima (Šavikin i sar., 2014; Marić i sar., 2016). Po krupnoći ploda se ističe genotip 'Kožara žuta', što je u skladu sa nalazima drugih autora koji su ispitivali genotip 'Kožara' (Šavikin i sar., 2014). Krupnoća ploda je važan parametar za potrošače. Afinitet prema jabukama određene veličine se često razlikuje između potrošača sa različitih geografskih podneblja. Najveći broj potrošača preferira krupnije jabuke (Drkenda i sar., 2021), mada postoje i istraživanja koja pokazuju da će potrošači radije izabrati jabuke srednje veličine ili male jabuke u poređenju sa velikim plodovima (Benković-Lačić i sar., 2022). Jedan od razloga za ovakav stav potrošača može biti i taj da manje plodove smatraju zdravijima jer se pretpostavlja da nisu gajeni u sistemima intenzivne proizvodnje (Skreli i Imami, 2012). Uzimajući u obzir da se stare sorte gaje u ekstenzivnim sistemima proizvodnje, mala veličina ploda može predstavljati stoga i tržišnu prednost.

Oblik ploda jabuke (odnos dužine i širine) prema pojedinim istraživanjima ne utiče na stavove potrošača, ukoliko nije ekstremno drugačiji od oblika na koje su navikli (Normann i sar., 2019). Ipak, lokalno stavnovništvo za genotipove 'Kolačara' i 'Budimka' ističe kolačast oblik ploda kao bitan dokaz autentičnosti ovih sorti.

Tabela 2. Morfološke osobine plodova 11 ispitivanih genotipova jabuke (masa, dužina i širina ploda)

Genotip	Masa ploda (g)	Dužina ploda (mm)	Širina ploda (mm)
'Kožara žuta'	221,36 ± 19,99	67,93 ± 4,68	84,4 ± 1,63
'Šarenika'	112,99 ± 4,01	59 ± 1,56	64,9 ± 1,01
'Bela vajlija'	131,81 ± 6,33	59,1 ± 3,06	68,48 ± 1,14
'Lepocvetka'	130,44 ± 9,69	64,19 ± 1,78	67,27 ± 1,64
'Budimka'	130,26 ± 8,03	53,74 ± 1,53	68,48 ± 1,5
'Repača'	92,64 ± 5,79	50,34 ± 1,33	59,34 ± 1,15
'Streknja'	152,24 ± 3,46	63,08 ± 0,89	72,71 ± 0,85
'Valijka'	83,94 ± 7,49	54,27 ± 1,45	68,48 ± 1,5
'Zvečarka'	121,72 ± 5,29	62,45 ± 1,35	68,5 ± 1,11
'Kožara starinska'	105,58 ± 3,63	52,85 ± 0,90	61,68 ± 0,76
'Kolačara'	129,70 ± 7,36	52,7 ± 1,47	72,15 ± 2,01

Najveći sadržaj rastvorljivih suvih materija i organskih kiselina je zabeležen kod genotipova 'Kožara starinska' i 'Repača' (Tabela 3). Najmanje rastvorljivih suvih materija su sadržali plodovi genotipa 'Bela vajlija', dok je najniži sadržaj organskih kiselina prisutan kod genotipova 'Šarenika', 'Bela vajlija' i 'Valijka'. Najveći broj potrošača preferira jabuke kiselo-slatkog ukusa, dok manji broj potrošača radije bira isključivo slatke ili isključivo kisele jabuke (Benković-Lačić i sar., 2022). Stoga je očekivano da jabuke 'Kožara starinska' i 'Repača' budu ukusne potrošačima, što je i pokazala senzorička analiza.

Visok sadržaj organskih kiselina kod genotipa 'Kožara' je zabeležen i od strane drugih autora (Šavikin i sar., 2014). Genotip 'Kolačara' kod istih autora, kao i u ovom ogledu, nema visok sadržaj kiselina. Ipak, subjektivna ocena ukusa je da su plodovi 'Kolačara' kiseli, čemu doprinosi i nešto manji sadržaj rastvorljivih suvih materija, što može promeniti percepciju ukusa (Huang i sar., 2018).

Tabela 3. Biohemijske osobine ploda 11 ispitivanih genotipova jabuke (rastvorljive suve materije i sadržaj organskih kiselina) i čvrstina ploda

Genotip	Suva rastvorljiva materija (Brix)	Sadržaj organskih kiselina (%)	Čvrstina ploda (kg/cm ²)
'Kožara žuta'	15,73 ± 0,64	0,74 ± 0,06	3,35 ± 0,24
'Šarenika'	15,87 ± 0,33	0,33 ± 0,01	5,68 ± 0,36
'Bela vajlija'	13,77 ± 0,52	0,35 ± 0,05	4,23 ± 0,22
'Lepocvetka'	14,93 ± 2,18	0,54 ± 0,04	4,29 ± 0,33
'Budimka'	15,6 ± 0,71	0,67 ± 0,03	4,03 ± 0,07
'Repača'	16,8 ± 0,35	1,07 ± 0,02	8,00 ± 0,38
'Streknya'	13,53 ± 0,38	0,87 ± 0,02	5,66 ± 0,68
'Valijka'	16,33 ± 0,5	0,27 ± 0,04	5,62 ± 0,59
'Zvečarka'	15,57 ± 0,18	0,54 ± 0,04	4,61 ± 0,62
'Kožara starinska'	18,63 ± 0,45	1,34 ± 0,14	7,82 ± 0,24
'Kolačara'	15,17 ± 0,45	0,54 ± 0,03	5,87 ± 0,71

Čvrstina plodova je izuzetno značajna za čuvanje jabuka u dužem vremenskom periodu. Posebno je značajan parametar kvaliteta ukoliko se jabuke čuvaju van hladnjače, na ambijentalnoj temperaturi (Ahmad i sar., 2021), što sa starim sortama i lokalnim genotipovima na okućnicama uglavnom i jeste dominantan način čuvanja. Poznato je da ukupan sadržaj organskih kiselina tokom čuvanja jabuke opada, kao i čvrstina ploda, dok se povećava sadržaj redukujućih šećera (Jan i sar., 2012). Genotipovi sa najvećom čvrstinom ploda ('Repača' i 'Kožara starinska') jesu istovremeno i genotipovi sa najvećim sadržajem organskih kiselina, što ukazuje da su u pitanju genotipovi sa velikim potencijalom za dugo skladištenje.

Senzorička analiza ploda je jedina direktna metoda za merenje senzoričke percepcije kvaliteta ploda i samim tim, način da se predvidi da li će se potrošaču svideti plod jabuke ili ne (Corollaro i sar., 2014). Senzorička analiza ploda je pokazala da genotip 'Zvečarka' ima izuzetno atraktivne plodove (Tabela 4). Takođe, visoko je ocenjen i genotip 'Streknya', koji je imao vizuelno najujednačenije plodove. Ovi genotipovi imaju crvene plodove, koji se smatraju najpoželjnijim kod potrošača i inače dobijaju više poena na senzoričkim analizama (Drkenda i sar., 2021). Oba genotipa koja pripadaju sorti 'Kožara' se smatraju manje atraktivnim, a razlog za to može biti rđasta prevlaka koja se nalazi na pokožici.

Ukus jabuke je karakteristika koja najviše utiče na generalni utisak o plodu koji probaju potrošači. Ovo je posebno izraženo kod mlađe populacije koja posebno ceni ukus

jabuke, dok starija populacija obraća pažnju i na čvrstinu i sočnost ploda, ali i teksturu pokožice (Drkneda i sar., 2021). Po ovom parametru se posebno ističu genotipovi 'Lepocvetka', 'Budimka' i 'Valijka' (Tabela 4). 'Lepocvetka' je imala i najbolju aromu, dobru sočnost i malo trpkosti, što ukazuje njen odličan potencijal za stonu potrošnju. Genotip 'Repača' je takođe ocenjen odlično što se tiče arome, koja je izuzetno važna i za percepciju ukusa. U senzoričkoj analizi je teško razdvojiti parametar mirisa i ukusa jer generalni utisak koji se odnosi na ukus jabuke zavisi od kombinacije ove dve osobine. Miris može izazvati smanjenje ili pojačanje intenziteta ukusa, kako slatkoće, tako i percepcije kiselosti ploda (Charles i sar., 2019). Ovo može biti razlog zašto je genotip 'Lepocvetka' najbolje ocenjen kada su u pitanju ukus i miris, dok podaci biohemijskih komponenti ukazuju da nema visok sadržaj suve rastvorljive materije i organskih kiselina, koje su značajne za ukus. Moguće je da je visoka aromatičnost plodova dovela do potpuno drugačije percepcije ukusa ploda.

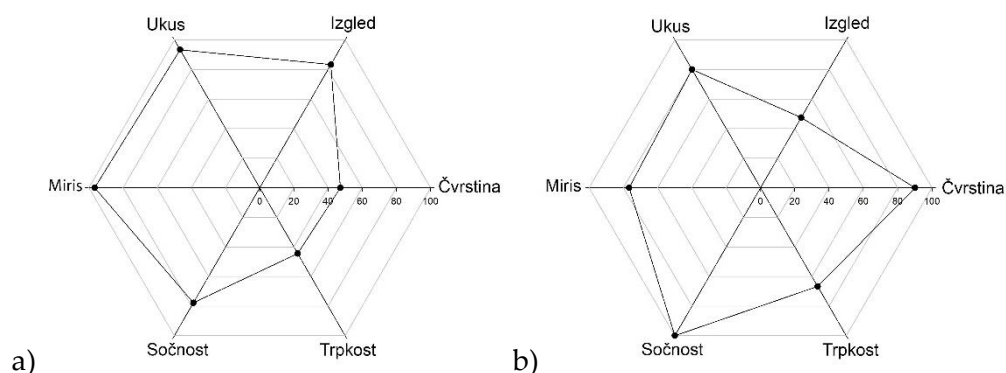
Sočnost je visoka kod genotipova 'Kožara starinska' i 'Kolačara'. Neki genotipovi su imali nisku ocenu sočnosti, kao što su 'Zvečarka' ili 'Šarenika', što može biti posledica njihove slabije sposobnosti čuvanja u dužem vremenskom periodu.

Tabela 4. Senzoričke osobine plodova 11 ispitivanih genotipova jabuke (izgled, ukus, miris, sočnost i trpkost)

Genotip	Izgled (1-10)	Ukus (1-10)	Miris (1-10)	Sočnost (1-3)	Trpkost (1-3)
'Kožara žuta'	5,33 ± 0,67	7,00 ± 0,58	4,67 ± 0,88	2,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00
'Šarenika'	6,67 ± 0,33	8,33 ± 0,67	7,33 ± 0,33	1,67 ± 0,33	1,00 ± 0,00
'Bela vajlija'	8,33 ± 0,67	6,33 ± 0,33	6,00 ± 0,58	2,33 ± 0,17	1,00 ± 0,00
'Lepocvetka'	8,34 ± 0,33	9,33 ± 0,33	9,67 ± 0,33	2,33 ± 0,33	1,33 ± 0,33
'Budimka'	6,25 ± 0,47	9,00 ± 0,58	8,33 ± 0,33	2,33 ± 0,33	1,33 ± 0,33
'Repača'	3,5 ± 0,29	7,67 ± 0,33	9,00 ± 0,00	3,00 ± 0,00	1,33 ± 0,33
'Streknja'	8,5 ± 0,29	6,33 ± 0,33	6,67 ± 0,33	2,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00
'Valijka'	8,00 ± 0,41	9,00 ± 0,58	8,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00
'Zvečarka'	10,00 ± 0,0	6,00 ± 0,00	6,33 ± 0,33	1,00 ± 0,00	1,33 ± 0,33
'Kožara starinska'	4,75 ± 0,25	8,00 ± 0,58	7,67 ± 0,33	3,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00
'Kolačara'	5,33 ± 0,33	6,33 ± 0,67	7,33 ± 0,33	3,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00

U vezi senzoričke analize plodova tradicionalnih genotipova je važno napomenuti da potrošači doživljavaju plodove kao ukusnije kada im je poznato da su lokalnog porekla i da su u pitanju tradicionalni genotipovi (Dinis i sar., 2011).

Rezultati senzoričke analize i čvrstine ploda ispitivanih genotipova su pokazali da su najbolje kombinacije senzoričkih osobina prisutne kod genotipova 'Lepocvetka' i 'Kožara starinska' (Grafik 1).



Grafik 1. Senzorička analize i čvrstina ploda kod dva odabrana genotipa jabuke (a - 'Lepocvetka', b - 'Kožara starinska')

Ovo su istovremeno i genotipovi koje su istaknuli od strane lokalnog stanovništva kao izuzetni za stonu potrošnju ('Lepocvetka') i preradu ('Kožara starinska'). Intervjuisanje lokalnog stanovništva je pokazalo da je upotreba vrednost ispitivanih genotipova uglavnom dobro poznata (Tabela 5). Posebno se ističu tri najpoznatije sorte – 'Kolačara', 'Kožara' i 'Budimka', koje su visoko cenjene kao sorte u proizvodnji kolača i sokova. Dobar kvalitet 'Kolačara' i 'Budimke' su potvrdila i istraživanja drugih autora (Marić i sar., 2013), koji su takođe istakli i dobro čuvanje plodova genotipa 'Budimka'. Genotip 'Lepocvetka' je istaknut kao pogodan za stonu potrošnju, koji je istovremeno i najbolje ocenjen i putem senzoričke analize. Jasno se razdvajaju genotipovi za preradu i genotipovi za stonu potrošnju, a kao kriterijum su ispitanici naveli subjektivni osećaj, odnosno, da se kiseliji genotipovi koriste za preradu, dok se oni sa većim osećajem slatkoće uglavnom koriste u stonoj potrošnji. Literaturni podaci ukazuju da je viša titrabilna kiselost poželjna jer doprinosi dobijanju dobro balansiranog odnosa šećera i kiselina, što pogoduje potrošačima koji preferiraju kiselo-sladak ukus soka u odnosu na isključivo sladak ukus (Huang i sar., 2018). Pored toga, niska pH vrednost soka je takođe važna sa aspekta mikrobiološke bezbednosti hrane. Takođe, ispitanici su istakli sočnost ploda kao važan parametar, posebno kada je u pitanju proizvodnja sokova, za koju je nekada naročito korišćena sorta 'Budimka'.

Tabela 5. Upotrebnost vrednost plodova 11 ispitivanih genotipova jabuke

Genotip	Stona potrošnja	Kolači	Sokovi
'Kožara žuta'	+	+	+
'Šarenika'	+		
'Bela vajlija'	+		
'Lepocvetka'	+		
'Budimka'	+	+	+
'Repača'	nepoznata	nepoznata	nepoznata
'Streknja'	+		+
'Valijka'	+		
'Zvečarka'	+		
'Kožara starinska'	+	+	+
'Kolačara'	+	+	+

Zaključci

Ispitivanje 11 tradicionalnih genotipova jabuke sa teritorije zapadne Srbije je pokazalo veliki diverzitet njihovih morfoloških, biohemijskih i senzoričkih osobina. Ovi genotipovi imaju veliki potencijal za izlazak na tržište kao autentična hrana lokalnog porekla. Neki genotipovi su pogodniji za stonu potrošnju i ocenjeni su kao izvanredni ('Lepocvetka'), dok su neki pogodni i za prerađivačku industriju ('Kožara starinska', 'Budimka', 'Kolačara'). Jabuka 'Repača' je pokazala iznenađujuće dobre karakteristike, s obzirom da je uglavnom nepoznat genotip lokalnom stanovništvu i zaslužuje pažnju pomologa zbog svojih odličnih senzoričkih osobina (miris, ukus, sočnost), kao i visoke čvrstine ploda, što implicira i dobru mogućnost čuvanja. Genotip 'Zvečarka' pokazuje odličan potencijal za upotrebu u selekcionim programima usled izuzetno atraktivnog izgleda ploda. Dalje ispitivanje tradicionalnih genotipova jabuke je neophodno da bi se detaljnije istražile osobine velikog diverziteta koji se nalazi u okućnicama ruralnih područja Srbije, uz uporednu primenu konzervacionih mera koje će sprečiti nestanak ovih genotipova.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja (projekti broj 451-03-68/2022-14/200116 and 451-03- 68/2022-14/200216).

Literatura

- Ahmad, F., Zaidi, S., Arshad, M. (2021). Postharvest quality assessment of apple during storage at ambient temperature. *Heliyon*. 7(8):e07714.
- Balaž, J., Ognjanov, V., Keserović, Z., Šućur, A., Janse, J., Popović, T. (2017). 'Evaluation of reactions of commercial and autochthonous apple cultivars to common diseases in Serbia under natural infection.' *Pesticidi i Fitomedicina* 32: 157-172.
- Benković-Lačić, T., Čuljak, B., Benković, R., Antunović, S., Miroslavljević (2022). Analysis of consumer opinions and habits related to apple consumption. Proceedings of the 10th International Scientific and Expert Conference TEAM 2022 September 21-22, 2022, Slavonski Brod, Croatia; 455-458.
- Botelho, A., Dinis, I., Lourenço-Gomes, L., Moreira, J., Costa Pinto, L., & Simões, O. (2018). The role of consumers in agrobiodiversity conservation: the case of traditional varieties of apples in Portugal. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(7), 796–811.
- Bramel, P.J., Volk, G. (2019). A global strategy for the conservation and use of apple genetic resources. Global Crop Diversity Trust. Bonn, Germany.
- Charles, M., Aprea, E., & Gasperi, F. (2019). Factors Influencing Sweet Taste in Apple. Reference Series in Phytochemistry, 1673–1694.
- Corollaro, M.L., Gasper, F., Grappadelli, L.C. (2014). An Overview of Sensory Quality of Apple Fruit. *Journal of the American Pomological Society*, Volume 68 Number 3 Article 4 Pages: 141-157.
- Dinis, I., Simoes, O., Moreira, J. (2011). Using sensory experiments to determine consumers' willingness to pay for traditional apple varieties. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(2), 351-362.
- Drkenda, P., Čulah, A., Spaho, N., Akagić, A., Hudina, M. (2021). How Do Consumers Perceive Sensory Attributes of Apple? *Foods*, 10, 2667.
- Duralija, B., Putnik, P., Brdar, D., Bebek Markovinović, A., Zavadlav, S., Pateiro, M., Domínguez, R., Lorenzo, J.M., Bursać Kovačević, D. (2021). The Perspective of Croatian Old Apple Cultivars in Extensive Farming for the Production of Functional Foods. *Foods*, 10, 708.
- Espino-Díaz, M., Sepúlveda, D. R., González-Aguilar, G., Olivas, G. I. (2016). Biochemistry of apple aroma: A review. *Food Technology and Biotechnology*, 54(4).
- FAO, 2021. <http://faostat.fao.org> (datum pristupa: 16.01.2023.).

- Huang, Z., Hu, H., Shen, F., Wu, B., Wang, X., Zhang, B., Wang, W., Liu, L., Liu, J., Chen, C., Zhang, R., Chen, R., Wang, Y., Wu, T., Xu, X., Han, Z., Zhang, X. (2018). Relatively high acidity is an important breeding objective for fresh juice-specific apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 233, 29–37.
- Jakobek, L., Ištuk, J., Buljeta, I., Voća, S., Žlabur, J.Š., Babojelić, M.S. (2020). Traditional, Indigenous Apple Varieties, a Fruit with Potential for Beneficial Effects: Their Quality Traits and Bioactive Polyphenol Contents. *Foods*, 9, 52.
- Jan, I., Rab, A., Sajid, M., Ali, A., Shah, S.T. (2012). Response of apple cultivars to different storage durations. *Sarhad Journal of Agriculture*, 28(2), 219-225.
- Jha, S. N., Rai, D. R., Shrama, R. (2011). Physico-chemical quality parameters and overall quality index of apple during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 49(5), 594–600.
- Jönsson, Å., Nybom, H. (2006) Consumer evaluation of scab-resistant apple cultivars in Sweden. *Agricultural and Food Science*, 2006, 15, 388–401.
- Marić, S., Lukić, M., Radicević, S. Milosević, N. (2013). Properties of some indigenous apple genotypes grown in region of Serbia. *Acta Horticulturae*, 981, 53-58.
- Marić, S., Lukić, M., Radičević, S. Đorđević, M. (2016). Biological properties of some autochthonous apple genotypes from the *ex situ* collection of Fruit Research Institute - Čačak. *Acta Horticulturae*, 1139, 123-130.
- Mihaljević, I., Viljevac Vuletić, M., Šimić, D., Tomaš, V., Horvat, D., Josipović, M., Zdunić, Z., Dugalić, K., Vuković, D. (2021). Comparative Study of Drought Stress Effects on Traditional and Modern Apple Cultivars. *Plants (Basel)*, 10(3):561.
- Normann, A., Röding, M., Wendin, K. (2019). Sustainable Fruit Consumption: The Influence of Color, Shape and Damage on Consumer Sensory Perception and Liking of Different Apples. *Sustainability*, 11, 4626.
- Skreli, E., Imami, D. (2012). Analyzing Consumers' Preferences for Apple Attributes in Tirana, Albania. *International Food and Agribusiness Management Review*, International Food and Agribusiness Management Association, vol. 15(4), pages 1-20, November.
- Šavikin, K., Živković, J., Zdunić, G., Gođevac, D., Đorđević, B., Dojčinović, B., Đorđević, N. (2014). Phenolic and mineral profiles of four Balkan indigenous apple cultivars monitored at two different maturity stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 35(2), 101–111.
- Tyl, C., Sadler, G.D. (2017). pH and Titratable Acidity. In: Nielsen, S.S. (eds) *Food Analysis*. Food Science Text Series. Springer, Cham.

TRADITIONAL APPLE GENOTYPES FROM WESTERN SERBIA – EVALUATION OF QUALITY AND SENSORY CHARACTERISTICS

Ivana Radović¹, Aleksandar Radović², Slađana Savić³, Milena Marjanović¹, Zorica Jovanović¹

¹University of Belgrade – Faculty of Agriculture, Belgrade

²University of Niš – Faculty of Agriculture, Kruševac

³Institute for Vegetable Crops, Smederevska Palanka

Summary

Apple is one of the most grown fruit species in the world and in Serbia. Apple fruit quality is important for fresh consumption, but also for the processing industry. Traditional genotypes, local landraces and wild relatives of cultivated plants show wide range of different quality and stress resistance traits, which can be significant for the future of agriculture. They present important resources for future breeding programs and have great significance in the scope of increasing climate change. Conservation and sustainable use of traditional genotypes provides nutritional diversity for local communities and greater independence of local food production systems. Traditional genotypes grown in the traditional, extensive agricultural systems, are also important from the perspective of protection of environment in agriculture. They also have cultural and gastronomic significance.

Western Serbia is very rich in traditional fruit genotypes, and it presents an interesting area for research of these genetic resources. The aim of this work was to evaluate the quality and sensory traits of 11 traditional apple genotypes from Western Serbia, followed by the evaluation of traditional knowledge related to these genotypes. Fruit quality parameters were measured: fruit weight, length and width, fruit firmness, soluble solids and organic acid content. Sensory characteristics were also evaluated by using a questionnaire: fruit attractiveness, taste, aroma, juiciness and tartness.

Analysis of morphological traits showed that the biggest fruit weight, but also the lowest fruit firmness had genotype 'Kožara žuta'. The firmest fruits were present in genotypes 'Repača' and 'Kožara starinska'. The most soluble solids and organic acids content was present in the genotype 'Kožara starinska'. The lowest organic acid content was present in genotypes 'Valijka', 'Bela vajlija' and 'Šarenika', while the lowest soluble solids content was detected in genotypes 'Streknja' and 'Bela valija'.

Evaluation of quality and sensory traits showed that the most attractive genotype was 'Zvečarka', but it also had the lowest taste rating. The juiciest fruits had genotypes 'Repača' and 'Kožara starinska', but they also had the least attractive fruits. The best taste, followed by good aroma, had 'Lepocvetka' and 'Valijka' fruits.

Evaluation of traditional knowledge showed that genotype 'Kolačara' is the well-known to local communities and that it has the recognized his potential for processing industry, while genotypes 'Budimka' and 'Streknja' are recognized as genotypes important for juice production. Among analysed genotypes, 'Lepocvetka' showed great potential for fresh consumption, although it is not wide known genotype. The least recognized genotype for the local community was 'Repača', but it has great potential for fresh consumption, since it had high ratings of taste, aroma and juiciness. Also, this genotype had extraordinary firm fruits, which indicates its potential for maintaining fruit quality during storage.

UTICAJ BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI

RESEARCH ON HORTICULTURE THERAPY: EXPERIENCE OF ALNARP REHABILITATION GARDEN, SWEDEN

Anna María Pálsdóttir

Dept. of People and society, Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Alnarp

Anna.maria.palsdottir@slu.se

Summary

In 2002, the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) in Alnarp an open a full-scale living lab, a rehabilitation garden for research on nature-based interventions (NBI) and evidence-based health design for the outdoor environment. Alnarp rehabilitation garden is the first research arena /living lab in the Nordic region to investigate the health effects of medical nature-based rehabilitation and the interaction between humans and the outdoor environment. The research combines theories from environmental psychology, horticulture therapy, landscape architecture and nature pedagogy with interdisciplinary and transdisciplinary rehabilitation based on medicine, physiotherapy, occupational therapy and psychotherapy. Through collaboration with other universities, county boards, and regional and public authorities, new concepts on nature-based rehabilitation are developed and evaluated. Alnarp rehabilitation garden is unique in its combination of a multimodal medical rehabilitation team, horticulture therapy and the outdoor environment. The garden is designed based on theories of nature's restorative and supportive effects through an evidence-based design. Horticulture therapy is applied for all groups and adjusted to treatment goals and the patient's level of function.

From 2002 to 2012, several prospective longitudinal studies were conducted on nature-based rehabilitation on individuals suffering from stress-related mental disorders (fatigue syndrome and mild to moderate anxiety or depression). The aim was to enhance a salutogenic, curative process for improving health and well-being supported by a multimodal rehabilitation team, through horticulture therapy and the outdoor environment. The studies had a mixed-method approach including qualitative and quantitative methods evaluating the clients' perceived health and well-being; the rate of return to work or studies. Also central aspects of how the garden milieu could support the clients during their rehabilitation process and how horticulture could support back to health. During 2012-2014, a randomized controlled trial (Clinical Trials.gov Identifier:

NCT02435043), was conducted as an *add-on* to standard management, to examine if NBI could influence post-stroke fatigue, depression, workability or functional outcome compared to controls. Between, 2015 and 2019, a study on nature-based vocational rehabilitation for newly arrived migrants was conducted. The aim was to strengthen the individual's health and function through the nature-based program and provide a workability assessment to support further planning of activities that can lead to work after participating in the program. The lecture will cover the role of horticulture in the recovery and rehabilitation of the different target groups, namely, stress-related mental disorders, post-stroke fatigue and migrants in need of vocational rehabilitation.

DEVELOPMENT OF FOREST WELLNESS IN SERBIA

Gorana Isailović¹, Emilija Lipovšek², Gordana Pešalj¹, Zorica Zarić¹

¹Forest Therapy of South-Eastern Europe – FTSEE

²Academy of Applied Studies Belgrade

isailovic.gorana@gmail.com

Summary

Forest medicine is a branch of medicine that deals with the research and application of the benefits of forests and plant world for human health. This includes the research and application of medicinal plants, as well as the use of forests as an environment for rehabilitation and recovery. Forest therapy is a specific application of forest medicine, which is used for the treatment and prevention of various health problems. It includes walks in the woods and nature workshops. The aim of forest therapy is to improve physical, mental and emotional health. Forest wellness is a term used to describe the improvement in the quality of life (well-being) that people can enjoy thanks to staying in the forest. This leads to stress reduction, improvement of concentration and memory, and boosting immunity. In addition, forest wellness includes use of the forest as a place for meditation and spiritual practice. Prescribing nature is the process in which a healthcare worker, with a prescription, recommends spending time in nature in order to prevent or treat certain diseases. As part of the prescription and in consultation with experts in landscape horticulture, the optimal place in nature is selected depending on the presence of phytoncides, biodiversity, the beauty of the landscape, and a place for meditation. Forest ecosystems have a positive effect on reducing stress, the risk of heart disease and diabetes. Prescribing nature enables the planning and designing forests intended for recreation and tourism, as well as the creation of suitable conditions for the use of forests for medical purposes. People of all age groups can participate in forest therapy programs, regardless of physical condition or health status. In this paper, the history of the development of forest medicine and forest wellness in Serbia is explained over the period of the past 20 years.

Key words: forest therapy, forest wellness, Rx nature, healing forests

Introduction

Forest medicine is attracting huge attention all over the world. Based on the Japanese Shinrin-yoku movement („forest bathing“), it gathers scientists to study the effects of being in the forest. The improvement of health, reduction of psychological and physical disorders, faster adaptation to stress and relaxation, to name just a few of the benefits that could appear while spending time in the forest. If we, as a part of a team, include a psychotherapist, the mentioned positive effects could get additional dimension. Thanks to their support, methods and interventions, positive changes achieved in the forest medicine could have more lasting effects, they could lead toward bigger satisfaction and further unfolding of the client's individuation process.

The development of forest wellness in Serbia began in 2003, with the introduction of the "Wellness Programs" course at the College of Health Studies in Belgrade.

The concept "Unique Serbian wellness concept" was created in 2006 and it included elements: "Herbs and prayers", breathing in the forest and meditation on oat straw.

As part of the "Balkan Spa Summit", in 2013 MSPAAS (Medical Spa Association of Serbia) developed the "Sumadian Forest Hammam". The work on this topic was presented in 2014, in Kyoto at the World Congress of Balneology. The concept was practiced in the mountains Rudnik, Tara, Zlatibor, Fruška Gora, Ovčarsko-Kablarska gorge and the Vlasina lake.

Balkan Forest Hammam was described at THOWS platform by Laszlo Putzko, on 6th September 2013:

"I was absolutely blown away by the introduction of the 'Balkan Spa Forest Hammam' concept at the 3rd Balkan Spa Summit (Arandjelovac, Serbia). Would you have thought that this would include nature, ethnology, heritage and health? The creators of the concept drafted a whole ritual:

- 1 Welcome
- 2 Vital Bar (beverage with geographic origin)
- 3 Balkan Spa Table (food of local origin including cold cuts, cheeses, fruits, etc.)
- 4 Balkan Spa Equipment (shepherds bag, ethno/folk signs on clothes, woolen slippers, 'flying carpets')
- 5 Under the tree (oak, pine, linden or chestnut) (embracing the tree/ tree hugging, stretching, deep breathing, meditation, folk dancing, pet therapy)
- 6 Walking through the forest (collecting herbs, fruits, mushrooms)

7 Balkan Spa Forest Hammam (heliotherapy, aromatherapy, phytotherapy, chromotherapy, music therapy, ethno body art therapy)

8 Farewell

Well, what do you think?"

On 24th May 2016, MSPAAS organized the First International Forest Medicine Symposium in Belgrade in the Šumice forest. More than 150 participants and lecturers from several countries attended, led by Amos Clifford, the world's leading expert in the field of forest medicine and forest therapy guide education. The next day, 25th May 2016, the first therapeutic forest walk in Europe was held for 45 future practitioners in the marshland Obedska Bara.

In the following years, representatives of MSPAAS were educated as ANFT (Association of Nature and Therapy) guides by Amos Clifford, as well as in the organization of INFOM (International Society of Nature and Forest Medicine) in Japan, to become forest medicine specialists and therapists.

One of the important events was the first international health tourism congress based on forest medicine programs, held on June 14th and 15th 2018 in Mimice, Croatia. MSPAAS was one of the organizers and the topics of the congress included: bibliotherapy, landscape and art therapy.

In the period from 2014 to 2019, MSPAAS accredited or participated in the implementation of 12 lifelong education courses for obtaining a license in the field of forest medicine at the Health Council of Serbia.

Representatives of MSPAAS have been participants in numerous European projects linked with the theme of forest medicine, such as: "Cross Spa", "Wellspring", "Balkan Well-being", "Natess", "Parks Dinarides" and Erasmus+ in the period since 2011 until today.

Members of MSPAAS and FTSEE (Forest Therapy of South-Eastern Europe) have taken part in a number of expert meetings in the field of forest medicine, where they presented the results of their research (Heringsdorf, Krems, Berlin, Athens, Seoul, Tokyo, Parkano, Zagreb, Sofia, Budva, Budapest, Cesme and Antalya). In addition, MSPAAS and FTSEE have published the results of their research in the world's leading scientific journals.

During the period from 2011 to 2022, about 100 candidates went through some form of our education in the field of forest wellness.

Several forest therapy trails were established (Marshland Obedska Bara, Fruska Gora, Jablanica, Lunjevica, Goc Mountain, Tara Mountain, Lukovska and Prolom Spa).

Rx nature programs took place in the Botanical Gardens Jevremovac and Arboretum of the Forestry Faculty Belgrade (⁴).

Forest Spa and Forest medicine as a part of Rx nature

Following Plants & Prayers paradigm of Medieval age in Serbian heritage is developed together with contemporary global wellness trends like:

Rx nature,
Mindfulness,
Forest bathing,
J wellness.

R&D team of MSPAAS with its daughter associations FTS and FTSEE has conducted several projects to introduce Balkans Forest Hammam concept into health tourism offer in Serbia and South Eastern Europe.

There are several approaches or styles of FTW (Forest Therapy Walk)

1. Muse: enjoying the forest atmosphere while doing nothing,
2. Shinrin-yoku,
3. Standard sequence as ANFT forest therapy framework,
4. With additional fitness elements,
5. With additional integrative medicine elements,
6. Balkan SPA hammam with more sun, laughter, and joy,
7. Forest diving in Slovenia,
8. Virtual forest walks during the COVID 19 pandemic.

Healing activities of forest therapy are pluripotent, like room for listening and quiet presence. It involves activating all of eight sensory modes we possess. Forest therapy encourages connection with the nature with all senses, we become fully present in our bodies. We need to slow down and mindfully move through the landscape. Forest therapy is different from trekking, it is not hiking, it is not a walk with naturalist. Naming is not knowing. There is not physical exertion of the participants. The trail can be up to 2.5 kilometers long and the duration is from 2 - 4 hours. Participants have to slow down their pace and thus to open and connect with their emotional, physical, psychological and spiritual selves. Shinrin-yoku is a practice like yoga, traditional Chinese medicine, Ayurveda, work-out, prayers or TM so it is more effective and beneficial with a guide. However, we need to remember that Forest is *the* therapist and to guide is opening the

door. We can exchange healing benefits with a forest, other human beings and 'more than human world'. We can find our sit spot in the forest and start cross-species communication.

The guide will invite the participants through very simple activities called Invitations that are in SOS style: Simple, Open and Sensory.

The Standard Sequence of ANFT is a kind of liminal journey (to a fairytale land) from the Threshold of Connection to the threshold of Incorporation.

We are moving between the two archetypes: The Tamed and The Wild world, trying to contrast bodylessness and culture of anesthesia as a part of modern everyday life. The goal is to experience being alive again - embodiment.

We need to open our senses of:

Vision,

Hearing,

Smelling,

Tasting,

Touching,

Internal body radar – kinesthesia,

Interception,

Intuition,

Imaginal sense.

Apart from standard sequence invitations, we can use introduction, emplacement, POP (pleasure of the presence), WIM (what's in motion), and tea ceremony, as developed by Amos Clifford (¹).

In between we can perform:

Dendro therapy,

Landscape therapy,

Art from nature,

Gratitude,

Bibliotherapy,

Active imagination,

Floral mandala,

Sound therapy,

Dance therapy,

Grounding,

Tiger walk,
Feet in the creek,
Heliotherapy,
Color therapy,
Pet therapy,
Herbal Ball massage,
Sound Bowl massage,
Cosmic shower,
Hug the tree,
Philo therapy,
Hagiotherapy,
Laughter yoga,
Phytotherapy,
Aromatherapy,
Negative ion therapy,
Soundscape,
Mycomeditation,
Fienotherapy,
Mineral spring therapy,
Peloid therapy,
Speleo therapy,
Bird watching,
Forest to plate,
Harvesting,
Horticultural therapy,
Knitting yoga,
Body art,
Clay therapy,
Animation shower,
Play therapy,
Forest theatre,
Doing nothing therapy Muse.

According to our latest research, the following can be concluded:

- a. There is a need for individual approach to the client of Forest Spa and Health tourism,
- b. There is a need for holistic approach to the client,
- c. Forest is the therapist and the guide is to open the door,
- d. There is no need for superstar guides if they know the language of invitations in SOS style,
- e. The forest is a panacea therapist, and forest can also cure depression and anxiety,
- f. Structured forest therapy improves connection with other people and loneliness,
- g. Forest therapy is an excellent tool for developing creativity and team building,
- h. Participants are more relaxed and self-confident,
- i. Forest therapy has restorative effects,
- j. FTW is a part of preventive medicine through health providers of health insurance companies,
- k. FT is a part of health tourism programs as Rx nature.

Within the framework of “cure forest”, individuals that are healthy could reconnect with themselves. That could bring them more psychological and physical energy that would be very beneficial for their work, their family and emotional life. Within the framework of “healing forest”, persons with some psychological, psychiatric, psychosomatic and somatic disorders could get into contact with the healthy parts of themselves, with their creative potentials and the additional resources from the unconscious that could promote the healing process.

Trails for FTW have to be certified for the participants to be safe and seen and for their needs to be met. We can perform FTW in cure forest, healing forest, urban forest or virtual forest.

Healing forests and cure forests (5)

Healing forests are forest areas designed for therapeutic use. Treatments in the forest, accompanied by trained therapists, can have positive influence on the treatment of diseases and the extent of the disability caused by these diseases (tertiary prevention). Moreover, chronic diseases can be alleviated (palliation).

In contrast to an ordinary forest, the suitability for therapeutic use is guaranteed in a healing forest. To ensure this, the healing forest must meet a number of criteria.

The health-promoting effect of the forest has long been underestimated. However, the forest offers manifold potentials for human health, ranging from wellness and regeneration to prevention and health promotion to therapy and rehabilitation of patients.

A certified healing forest is specially designed for therapeutic treatments to achieve therapeutic goals in people with existing medical conditions. These medical indications include cardiovascular, respiratory, orthopedic, psychosomatic, and neurological diseases.

The positive influence of the forest on health has been proven in numerous scientific studies. An overview of the health-promoting effects on forests is given by Professor Karin Kraft from the University Medical Center Rostock.

She and her colleagues were able to show in an open controlled study in the "Healing Forest Heringsdorf" that the healing therapy has a favorable effect on COPD patients compared to indoor therapy.

Compared to an ordinary forest, the "healing forest" thus has a well-founded, scientifically proven quality for patients, forest therapists, health tourists and health-oriented institutions as well as for health insurance companies and other health, social or pension insurance carriers.

The healing forest certificate is awarded when the corresponding forest fulfills a specific healing effect. For the development of a healing forest, the forest should meet the following minimum requirements.

Catalogue of criteria was developed together with experts from the fields of medicine and forestry from Mecklenburg-Vorpommern in consultation with international player in the field forest therapy and healing forests.

Conclusion

Forest medicine is a branch of medicine that deals with research, development and application of natural therapies and methods for preserving and improving human health. Forest medicine has great potential for development in the field of public health and health tourism. In terms of public health, forest medicine can contribute to the reduction of diseases associated with stress and bad lifestyle habits, such as hypertension, diabetes, heart disease and cancer. Using natural healing methods, such as forest walks, meditation, sound therapy and others, mentioned in the paper, can improve the quality of life and reduce the need for conventional drugs. In the field of health tourism, forest medicine can be attractive for tourists who want to recover from stress and illness in a

natural environment. Serbia has great potential for the development of health tourism, with numerous medicinal plants and thermal springs. In order to use this potential, it is necessary to invest in the development of the infrastructure and personnel that will be needed to provide forest medicine services. This implies the development of specialized centers for treatment and education of health workers. MSPAAS and FTSEE have taken steps in that direction for twenty years in Serbia, through implementing and initiating numerous activities in evolving forest therapy techniques with participants and educating forest wellness practitioners. Having planetary health as our ultimate objective, forest therapy should involve synergy of the specialists from landscape horticulture, forestry, forest pedagogy, health, chemistry, ecology, biodiversity and tourism sectors.

References

- Clifford, A. (2016). Forest therapy: A global vision. Symposium of Forest Medicine SHINRIN-YOKU with international participation, May 24-25, Belgrade, Serbia.
- Isailovic G., Ilincic M., Presetnik Lj., Sipka Lj., Jovanovic I., Smith M., Gadjanski T., Milic N., Burdett S. (2015). Five Star Hammams As a Comparative Advantage of Serbian Medical, Spa & Wellness Tourism. III World Biodiversity Congress, 26-29 October, Mokragora, Serbia.
- Zdravković, S. (2018). The Role of Psychotherapist in the Individual Approach to the Client within the Health Tourism. TISC - Tourism International Scientific Conference, Vrnjačka Banja, 3(2): 697-713
- Vujcic-Trkulja, Maja; Tomićević-Dubljević, Jelena; Lečić-Toševski, Dušica; Vuković, Olivera; Tošković, Oliver (2021) Development of Evidence-Based Rehabilitation Practice in Botanical Garden for People With Mental Health Disorders. Herd-Health Environments Research & Design Journal, 14(4): 242-257
- Janik H., Kraft K., Trabandt A. (2021). Efficacy of healing forest therapy for patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), European Journal of Integrative Medicine, 48: 101944.
- Farkic J., Isailovic G., Taylor S. (2021). Forest bathing as a mindful tourism practice Annals of Tourism Research Empirical Insights journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/annals-of-tourism-research-empirical-insights <https://doi.org/10.1016/j.annale.2021.100028>
- Zorić M., Farkić J., Kebert M., Mladenović E., Karaklić D., Isailović G., Orlović S. (2022). Developing Forest Therapy Programmes Based on the Health Benefits of Terpenes in Dominant Tree Species in Tara National Park (Serbia), Int J Environ Res Public Health 2022 May 1;19(9):5504 doi: 10.3390/ijerph19095504

RAZVOJ ŠUMSKOG VENESA U SRBIJI

Gorana Isailović¹, Emilija Lipovšek², Gordana Pešalj¹, Zorica Zarić¹

¹Forest Therapy of South-Eastern Europe – FTSEE

²Academy of Applied Studies Belgrade

isailovic.gorana@gmail.com Rezime

Rezime

Šumska medicina je grana medicine koja se bavi istraživanjem i primenom koristi šuma i biljnog sveta za ljudsko zdravlje. To uključuje istraživanje i primenu lekovitog bilja i korišćenje šuma kao okruženja za rehabilitaciju i oporavak. Šumska terapija je konkretna primena šumske medicine, koja se koristi za lečenje i prevenciju različitih zdravstvenih problema. Ona uključuje šetnje u šumi i radionice u prirodi. Cilj šumske terapije je poboljšanje fizičkog, mentalnog i emotivnog zdravlja. Šumski velnes je termin koji se koristi za opisivanje poboljšanja kvaliteta života (blagostanja) koje ljudi mogu imati zahvaljujući boravku u šumi. To može dovesti do smanjenja stresa, poboljšanja koncentracije i pamćenja i jačanja imuniteta. Šumski velnes može da uključuje korišćenje šume kao mesta za meditaciju i duhovnu praksu. Prepisivanje prirode je proces kojim zdravstveni radnik receptom preporučuje boravak u prirodi radi prevencije ili lečenja bolesti. U okviru recepta, uz konsultaciju sa stručnjacima za pejzažnu hortikulturu odabira se optimalno mesto u prirodi u odnosu na prisustvo fitoncida, biodiverzitet, lepotu pejzaža i mesta za meditaciju. Prepisivanje prirode je važan deo šumske medicine jer omogućava kreiranje šuma koje su optimalno prilagođene lokalnim uslovima, a istovremeno podržavaju zdravlje ljudi. Šumski ekosistemi imaju pozitivan efekat na smanjenje stresa, rizika od srčanih oboljenja i dijabetesa. Prepisivanje prirode omogućava planiranje i projektovanje šuma, namenjenih za rekreaciju i turizam, kao i stvaranje pogodnih uslova za korišćenje šuma u medicinske svrhe. U programima šumske terapije mogu da učestvuju osobe svih uzrasta, bez obzira na fizičku kondiciju ili zdravstveno stanje. U radu je objašnjen istorijat razvoja šumske medicine i šumskog velnesa u Srbiji, u periodu od poslednjih 20 godina.

Ključne reči: šumska terapija, šumski velnes, Rx priroda, isceliteljske šume

CENTAR ŠUMSKOG VELNESA - SPECIJALNI REZERVAT PRIRODE OBEDSKA BARA: KUPANJE U ŠUMSKOM VAZDUHU

Ivana Lozjanin

JP Vojvodinašume, ŠG Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica

Ivana.lozjanin@sgsmitrovica.rs

Rezime

Šumski velnes u japanskoj kulturi poznat kao "Shinrin-yoku (forest bathing)" ili kupanje u šumskom vazduhu je vid šumske šetnje sa elementima šumske medicine, što predstavlja vodeći svetski trend u wellness i medikal SPA i zdravstvenom turizmu. Šumska medicina obuhvata istraživanje o uticaju boravka u šumi na ljudsko zdravlje i predstavlja nauku koja obuhvata elemente alternativne medicine, medicine zasnovane na efektima životne sredine i preventivne medicine i naučno dokazan pozitivni uticaji na psihičko i fizičko zdravlje čoveka. Kolevka programa *šumske medicine* nesumnjivo je Japan, a programi javnog zdravlja kroz korišćenje zdravstvenih efekata boravka u šumi u velikoj meri su popularni i u Kini i Južnoj Koreji. Na Balkanu, među prvim, program *šumske terapije*, odnosno šumskog velnesa uveden je kao turistički program 2016. godine na Obedskoj bari.

Obedska bara je prirodno, dobro očuvano stanište šuma, bara, močvara i vlažnih livada što rezultira bogatim biodiverzitetom. Među najstarijim šumama Evrope, šuma Debela gora je bila odabrana za mesto prvog treninga za vodiče šumske terapije u Evropi. Do danas Obedska bara ima dva sertifikovana vodiča, staze prilagođene programima, izgrađen je šumski kompleks tradicionalnih objekata-koliba u kojima se sprovodi završna ceremonija šumske terapije.

U radu je prikazan Centar šumskog velnesa – Specijalni rezervat prirode Obedska bara kroz program kupanja u šumskom vazduhu i značaj šumske terapije na zdravlje ljudi i kvalitet života.

Kupanje u šumskom vazduhu jedne od najstarijih hrastovih šuma u Evropi, Obedske bare, jedinstvene šume Debele gore sa stablima hrasta lužnjaka stoji preko 350 godina i imponirajućim stablima graba, jasena, brešta, bele topole i drugih vrsta, predstavlja preventivne prirodne terapijske metode izlaganja aromatičnim molekulima

drveća šume „fitoncidima“ koji imaju višestruko pozitivan uticaj na zdravlje ljudi i kvalitet života. Ovi efekti pozitivnog uticaja mogu potrajati i do 30 dana nakon šetnje.

Program šumskog velnesa u Specijalnom rezervatu prirode Obedska bara traje oko 3 sata, prilagođen je za različite starosne grupe i ne zahteva posebne fizičke pripreme. Kroz šumski velnes, šuma i drveće utiču na čoveka da bude opušten, relaksiran, zdraviji, smanjenog stresa, poboljšane životne energije. Samo područje obiluje i vodenim površinama, koje povoljno utiču na mikro-klimu, bogatstvo biodiverziteta, kao i mozaičnost ekosistema, što doprinosi lepoti pejzaža.

FOREST WELLNESS CENTER - SPECIAL NATURE RESERVE OBEDSKA POND: BATHING IN THE FOREST AIR

Ivana Lozjanin

*PE Vojvodinašume, FE Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica
Ivana.lozjanin@sgsmitrovica.rs*

Summary

Forest wellness, in Japanese culture known as "Shinrin-yoku (forest bathing)" or bathing in the forest air, is a form of forest walk with elements of forest medicine, which represents the world's leading trend in wellness and medical SPA and health tourism. Forest medicine encompasses research on the impact of dwelling in a forest on human health and is a science that encompasses elements of alternative medicine, medicine based on the effects of the environment and preventive medicine, and scientifically proven positive impacts on human mental and physical health. The cradle of *forest medicine* programs is undoubtedly Japan, and public health programs through the use of the health effects of staying in the forest are also widely popular in China and South Korea. The *forest therapy program i.e. forest wellness*, was introduced as one of the first such programs in the Balkans, as a tourist program at Obedska pond in 2016.

Obedska pond is a natural, well-preserved habitat of forests, ponds, wetlands and wet meadows, resulting in rich biodiversity. Among the oldest forests in Europe, Debela gora Forest was selected as the site of the first training for forest therapy guides in Europe. To date, Obedska pond has two certified guides, paths adapted to the programs, a forest

complex of traditional structures - huts where the final ceremony of forest therapy is conducted.

The paper presents the Center of Forest Wellness – Special Nature Reserve Obedska pond through the program of bathing in the forest air and the importance of forest therapy on human health and quality of life.

Bathing in the forest air of one of the oldest oak forests in Europe, Obedska pond, the unique Debela gora forest with pedunculate oak trees that are over 350 years old and the immense trees of hornbeam, ash, elm, white poplar and other species, represents preventive natural therapeutic methods of exposure to aromatic molecules of forest trees with "phytoncides" that have a multiple positive impact on human health and quality of life. These effects can last up to 30 days after a walk.

The forest wellness program in the Obedska pond Special Nature Reserve lasts about 3 hours, is adapted for different age groups and does not require special physical preparations. Through forest wellness, forest and trees make the person in the program calm, relaxed, healthier, stress - free, and with improved life energy. The area itself is abundant in water bodies, which favorably affect the micro-climate, the richness of biodiversity, as well as the mosaicity of the ecosystem, which contributes to the beauty of the landscape.

BENEFITI PRIMENE HORTIKULTURNE TERAPIJE NA PROSTORU ARBORETUMA ŠUMARSKOG FAKULTETA ZA OSOBE SA SMETNJAMA U RAZVOJU OPŠTINE ČUKARICA

*Dragana Skočajić, Sandra Petrović, Miroslava Živanović, Tamara Muić Jovetić,
Vladimir Milutinović*

*Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu,
Beograd, dragana.skocajic@sfb.bg.ac.rs*

Rezime

Saradnja Centra za smeštaj i dnevni boravak dece i omladine ometene u razvoju sa Opštine Čukarica i Šumarskog fakulteta u Beogradu, koja se odvija na prostoru Zaštićenog područja - spomenik prirode "Arboretum Šumarskog fakulteta" (ZPSP Arboretum) otpočela je 2010. godine i razvijala se u više pravaca. Započela je sa sprovođenjem programa hortikulture terapije kao dela aktivnog vida upotrebe biljaka za poboljšanje stanja korisnika Centra i nastavila kroz korišćenje prirodnog okruženja prostora Arboretuma kao isceliteljskog prostora za senzaciju čula, uživanje u ambijentalnom uređenju, pasivnom opuštanju i relaksiranju u sigurnom i umirujućem ambijentu. Empirijska istraživanja u sprovođenju programa hortikulture terapije sa korisnicima Centra imala su za cilj da se primenom principa dizajna zasnovanog na rezultatima naučnog istraživanja (naučno-zasnovan dizajn) na odabranom prostoru ZPSP Arboretuma dizajnira isceliteljski vrt. Za formiranje projektantskih smernica za uređenje isceliteljskog vrta, korišćene su ček liste (skale ocenjivanja) za praćenje ponašanja korisnika Centra na prostoru Arboretuma uz procenu njihovih socijalnih veština, kao i uvida u interesovanje i razumevanje njihovih potreba pre i posle završenih aktivnosti. Shodno raspoloženju korisnika, stepen aktivnosti u okupacionoj hortikulturnoj terapiji je bio promenljiv. Korisnici koji nisu učestvovali direktno u aktivnostima, već pasivno posmatrali aktivnosti drugih, ohrabrivani su da rade sa biljkama kao i da, do mogućnosti aktivnog uključivanja u rad, nastave posmatranja sezonskih promena uz akcentovanje osećaja lepog, osećaja smirenosti i bezbednosti. Ujedno, svi korisnici su kroz pasivno učešće u različitim restorativnim ambijentima Arboretuma kroz vid rekreativne šetnje ili pasivnog sedenja koristili benefite boravka u prirodnom okruženju. Zapažanja vezana za ovaj tip terapijskog dejstva zelenila, beležena su uz pomoć opservacionih mapa prostornih celina Arboretuma uz grafičko obeležavanje i lociranje učestalosti zadržavanja korisnika i korišćenja određenih prostora. Zapažanja su beležili radni terapeuti i pejzažne arhitekta (nastavnici i studenti volonteri) na terenu, po završenoj dnevnoj aktivnosti korisnika. U radno okupacionoj hortikulturnoj terapiji, aktivnosti ciljne grupe su jednostavne radnje, uz smenjivanje radnji u kraćim vremenskim intervalima (vremensko trajanje do 20 minuta). Aktivnosti su se sprovodile kroz proces učenja i stvaranja, sa sekundarnim ciljem dobijanja proizvoda, uz stalni nadzor terapeuta i rad "1 na 1"

(terapeut: korisnik). Lagane radne aktivnosti sa biljnim delovima, reznicama, lukovicama, sa semenom, presađnja biljaka, rad sa zemljom, slobodna mogućnost "prljanja ruku" u prirodnom okruženju, istakle su se kao važni preventivni elementi za poboljšanje opšteg stanja osoba sa smetnjama. Svaka od pomenutih aktivnosti vrednovana je i kao takva ukazala na važnost postojanja pri dizajnu terapijskog vrta. Pored toga, omiljeni ambijenti u prostornom okviru Arboretuma, locirani uz pomoć mapa, takođe su iskorišćeni kao smernice za ciljani dizajn isceliteljskog parka.

Uvod

Na osnovu dosadašnjih, kako naučnih istraživanja tako i opštih opažanja, nesumnjiv je pozitivan efekat prirode na opšte zdravstveno stanje ljudi. Različiti vidovi terapija, rekreativnih aktivnosti, rad sa biljnim materijalom imaju usku vezu sa prirodom i prirodi bliskim okruženjima (Ulrich, 1984; Marcus & Barnes, 1999; Stigsdotter & Grahm, 2002; Pouya et al, 2015). Strategije koje promovišu zdravlje kroz "zdrave gradove", "zdrave škole", "zdravo radno okruženje", potenciraju značaj prirode i kontakt sa prirodom, ukazujući i na činjenicu da se degradacija prirode često vezuje za narušavanje opšteg zdravlja populacije (Townsend & Weerasuriya, 2010). U poslednjim dekadama XX veka Ulrich et al. (1999) i Cooper-Marcus & Barnes (1995, 1999) terminom "isceljujući vrtovi" (*healing garden*) otvaraju nova poglavlja u istraživanjima pejzažnih okruženja kojima je zajednička tendencija da podstiču oporavak i ostvaruju pozitivne uticaje na korisnike ovakvih prostora. Isceliteljski, odnosno terapijski vrtovi postaju široko priznati prostori koji pružaju šansu ka poboljšanju opšteg osećaja blagostanja, za ublažavanje stresa za pojedince koji se bave emocionalno i/ili fizički zamornim aktivnostima (Stigsdotter & Grahm, 2002), oslobađanju od fizičkih simptoma bolesti ili trauma i pokazuju pozitivne efekte u radu sa decom i odraslim osobama, sa ili bez fizičkih i mentalnih smetnji u razvoju (invaliditetom). Sve teorije različitih istraživača o isceliteljskim efektima vrtova mogu se sumirati i grupisati u tri različite škole: a) školu hortikulture terapije; b) školu isceliteljskih vrtova i c) kognitivnu (spoznajnu) školu. Dakle, kroz aktivan ili pasivan odnos prema biljkama (drveće, žbunje, cveće, voće i povrće) kako navode Sempik et al, (2003), Clatvorthi et al. (2013) i Shav (2015), zapaženi rezultati u ovoj oblasti su ostvareni kod različitih grupa korisnika. Škola hortikulture terapije proces oporavka nalazi u hortikulturnim aktivnostima, škola isceliteljskih vrtova u doživljaju vrtnog prostora kroz njegov dizajn i sadržaje, a kognitivna (spoznajna) škola efekte zdravlja pripisuje boravku u prostoru vrta, kao i aktivnostima koje se u vrtu obavljaju u sadejstvu sa karakterom i znanjem pojedinca.

Shodno pomenutim rezultatima postignutim kroz funkcije isceliteljskih vrtova na razvoj odraslih i dece sa smetnjama u razvoju, pokrenut je, od strane zaposlenih u DB Čukarica projekat „Hortikultura terapija kao novi vid usluge u socijalnoj zaštiti“. Arboretum Šumarskog fakulteta sa staklenikom i proizvodnim lejama odabran je kao prostor na kom je program iniciran. Budući da hortikultura terapija utiče na fizičku,

kognitivnu, emoconalnu i socijalnu dimenziju funkcionisanja, očekivano je da budu zapažene značajne promene kod korisnika koji su u nju uključeni. Za potrebe ovoga rada praćen je uticaj hortikulture terapije na adaptivno ponašanje korisnika. Kako naglašavaju Milanović-Dobrota et al. (2022) hortikultura terapija odnosno terapijska hortikultura kao vid suportivne terapije u kojoj se učesnici aktivno uključuju u različite aktivnosti sa biljkama, značajno unapređuje socijalne veštine i samoeфикаsnost u funkcionisanju odraslih osoba sa smetnjama u razvoju, ali i smanjuje različite oblike internalizovanih i eksternalizovanih problema u ponašanju.

Hortikultura terapija

Prema teoriji koju zastupa ova terapijska delatnost efekti zdravlja ostvaruju se aktivnostima u vrtu. Posmatranu kroz takvo stanovište, Dujmović (2016) ističe dva terapijska modela: medicinski i socijalni. Medicinski model polazi od dijagnoze, odnosno simptoma i indikacije (kontraindikacije) za terapiju i ima za cilj oporavak od bolesti ili ozlede. Prema Sempik et al. (2003), klinički cilj je sličan onom u radnoj terapiji: „upotreba biljaka od strane obučenog profesionalca kao medijuma kroz koji se mogu ostvariti određeni klinički definisani ciljevi“. U pomenutom slučaju adekvatniji termin je hortikultura terapija (HT). Drugi, socijalni model, polazi od hortikulture kao svrsishodne okupacije i aktivnosti u vrtu koje imaju za cilj podršku psihosocijalnom funkcionisanju osobe. Primer je hortikultura kao vrsta okupacione terapije za osobe s psihičkim smetnjama (Dujmović, 2016) i adekvatniji termin je terapijska ili terapijska hortikultura (TH). Terapijska hortikultura usmerena je ka poboljšanju stanja kroz „proces u kojem pojedinci mogu razviti blagostanje koristeći biljke i hortikulturu, što se postiže aktivnim ili pasivnim uključivanjem (Sempik, et al., 2003). Pasivna terapija podrazumeva čulno uživanje u okruženju bez fizičke aktivnosti ili uz upražnjavanje lagane šetnje ili terapijskog hodanja (Detweiler et al., 2012). Učešće u hortikulturnoj terapiji i baštenskim aktivnostima na otvorenom, prilagođeno svakom učesniku pojačava koncentraciju, osećaj samopouzdanja, inicijativnost, odgovornost, prihvatanje timskog rada, strpljivost i optimizam (Dujmović, 2016). Baveći se preokupacijom koja prija, uz osećaj nagrađenosti čoveku su date mogućnosti da se aktivira i umno i fizički, što mu donosi zdravlje samo po sebi (Stigsdotter & Grahm, 2002). Osećanje nagrađenosti posebno se javlja kod aktivnosti u okruženju koje stvara takozvana "flow" iskustva ("flow experiences"). Uz osećaj harmonizacije između onoga što pojedinac može da pruži (kapacitet pojedinca) u odnosu na izazov, ili harmonije između zahteva i mogućnosti, stvara se osećanje zadovoljstva, okupiranosti obavezom i zanemarivanje vremena i sopstvenih problema (Czikszentmihalyi, 1990). Rad u vrtu može, jednostavno, da stimuliše veliki broj saznavnih procesa, fizičkih aktivnosti i osećaja samonagrađivanja (Stigsdotter & Grahm, 2002). Ujedno, zahvaljujući vizuelno dopadljivoj slici ovakvih okruženja u osmišljenom prostoru, smanjuje se stres, olakšava druženje i omogućava pronalaženje mira i spokoja. Ovaj prostor treba da omogućiti slobodne šetnje ili aktivniji

odmor i osobama sa invaliditetom. Marcus & Barnes (1999) ističu da su isceliteljski vrtovi spoljašnji prostori sa prirodnim karakteristikama koji poseduju svojstva za oporavak ljudi, uključujući i decu sa bolestima ili sa prisustvom nekog fizičkog i mentalnog oštećenja (Muić et al., 2017). Oporavak se može postići kroz igru terapijom, uz aktivnu saradnju roditelja ili terapeuta (Ismail, 2002).

Zaštićeno područje - spomenik prirode "Arboretum Šumarskog fakulteta"

Arboretum Šumarskog fakulteta u Beogradu osnovan je tokom 1955. i 1956. godine, odmah nakon preseljenja fakulteta iz Zemuna na Banovo brdo. Prof. dr Branislav Jovanović, prof. dr Aleksandar Tucović i prof. dr Emilija Vukićević na okućnici Šumarskog fakulteta osnivaju površinu specifične namene kao botaničku zbirku dendroflоре na otvorenom prostoru formiranu u cilju očuvanja i unapređenja genofonda autohtone, alohtone i egzotne dendroflоре, kao i retkih, endemičnih i reliktnih vrsta, namenjenih naučnoistraživačkom radu i obrazovanju. Arhitekte Branko Petričić i Nikola Gavrilović sačinili su projektnu dokumentaciju, a primenom planske sadnje, na nekadašnjem staništu mešovitih autohtonih šuma sladuna i cera (*Querceto-frainetto cerridis* Rudski 1949. var. geograf. *Ruscus aculeatus* B. Jovanović 1979) stvorena je izuzetno vredna dendrološka kolekcija, prostorno i funkcionalno povezana u sistem gradskog zelenila (slika 1).



Slika 1. Digitalizovana podloga ZPSP "Arboretum Šumarskog fakulteta"

U cilju očuvanja, prevashodno edukativno-naučne, zatim bioekološke, sanitarno-higijenske, kulturne i estetske funkcije, Arboretum je 2011. godine proglašen za zaštićeno područje - spomenik prirode "Arboretum Šumarskog fakulteta" (ZPSP Arboretum) od lokalnog značaja, sa ustanovljenim režimom zaštite drugog stepena (svrstano je u III kategoriju kao zaštićeno područje). Prostorna struktura prirodnog dobra definisana je sa

dve celine - isparcelisana polja (A, B, C, D, E, F, G, H, I, O), ukupne površine 3,56 ha i zona proširenja-slobodna površina nalik šumi, ukupne površine 3,13 ha. Bogatstvo dendroflore čine 242 unutarvrsta taksona (1841 predstavnika) u isparcelisanom delu. U okviru istog nalazi se geološka, botanička i dendrološka kolekcija, na poljima H i O, sa 80 vrsta perenskog zasada i 40 vrsta dekorativnih četinara i lišćara.

Korisnici - Centar za smeštaj i dnevni boravak dece i omladine

Opštine Čukarica

Centar za smeštaj i dnevni boravak dece i omladine ometene u razvoju Opštine Čukarica (DB Čukarica) kao ustanova socijalne zaštite pruža usluge dnevnog boravka, stacionarnog smeštaja i vaspitno-obrazovnog rada. Centar je jedna od ustanova socijalne zaštite prema kome Grad Beograd ima osnivačka prava i nadzire se od strane Gradskog sekretarijata za dečiju i socijalnu zaštitu. Po strukturi korisnika socijalna zaštita se pruža osobama sa lakom, umerenom i teškom mentalnom retardacijom, kao i osobama sa višestrukom ometenošću u razvoju, starosti od 18 do 48 godina. Obzirom na starosnu strukturu i stepen ometenosti u razvoju, DB Čukarica pruža usluge širokom spektru korisnika. Osnovni problem osoba ometenih u razvoju je snižen kognitivni, emocionalni, socijalni i fizički kapacitet, te stoga, u okruženju u kome nivo svesti i senzibilitet prema socijalno marginalizovanim grupama nije dovoljno razvijen one nailaze na različite prepreke i otpore. Institucionalizacija, pa samim tim i socijalna izolacija su česte posledice koje rezultuju nemogućnošću angažovanja osoba ometenih u razvoju u radnim aktivnostima. Zbog toga je njihov nivo samostalnog funkcionisanja, veština, znanja i komunikacije ograničen. U neposrednom radu sa korisnicima, potvrđeno je mišljenje stručnog osoblja da usluge dnevnog boravka ne treba da vode ka novom vidu institucionalizacije i zatvaranja korisnika (forma „zlatnog kaveza“), već da treba ići ka uslugama koje uključuju korisnike i osobe sa smetnjama u razvoju u društvo, i pritom im pružaju mogućnost da razviju svoja znanja i veštine.

Metod rada

Protokol o saradnji i izvođenju programa hortikulture terapije

Ostvarena po prvi put kao tip međusektorske saradnje, 11.12.2008. godine je u prostoru Gradske opštine Čukarica potpisan protokol o saradnji između Centra za smeštaj i dnevni boravak dece i omladine ometene u razvoju Beograd i Šumarskog fakulteta u Beogradu. Kroz aktivnosti planirane programom aktivne i pasivne terapijske hortikulture, postavljena su dva cilja: 1) Da se uz pomenute aktivnosti poveća fizički, kognitivni, emocionalni i socijalni kapacitet samih korisnika; i 2) Da će korisnici usvojiti konkretna znanja i veštine vezane za radno angažovanje, nove obrasce ponašanja i podići nivo komunikacionih veština. Pored stručnog osoblja Centra (defektolog, radni

terapeut, medicinska sestra), nastavnog kadra Fakulteta (nastavnici i saradnici) učešće u programu imali su i volonteri, studenti Šumarskog fakulteta. Na ovaj način se težilo poboljšanju psihofizičkog statusa korisnika kao i senzibilizacija društva za probleme i kapacitete osoba sa invaliditetom, čime se ostvaruje jedan od ciljeva programa - inkluzija osoba sa smetnjama u razvoju. Posle uspostavljanja kontinuiranog izvođenja hortikulturnih aktivnosti i rada sa korisnicima DB Čukarica, došlo se do sekundarnog cilja: formiranje parka isceliteljskog vrta u okviru prostora Arboretuma. Za dizajnerske principe formiranja ovakavog vrta korišćena su dva metoda: 1) praćenje ponašanja korisnika uz procenu njihovih socijalnih veština, kao i uvida u interesovanje i razumevanje njihovih potreba pre i posle završenih terapijsko hortikulturnih aktivnosti ("pretest- posttest" dizajn); 2) grafičko obeležavanje (mapiranje) i lociranje čestine zadržavanja korisnika i korišćenja određenih prostornih celina i ambijenata Arboretuma kao posebno važnih vrtnoarhitektonskih elemenata jednog isceliteljskog otvorenog prostora.

Izbor korisnika (izbor ciljne grupe):

Za potrebe sprovedenih istraživanja, izbor korisnika zasnovan je na primeni određenih kriterijuma koji su podrazumevali da: većina korisnika lako uspostavlja komunikaciju i sa zadovoljstvom ostvaruje socijalnu interakciju; kvalitet govora i jezika je različit i kreće se od nivoa razumevanja, gestovne komunikacije do nivoa razvijene govorne produkcije. Broj korisnika Centra koji su učestvovali u namenskoj opservaciji sprovedenoj za potrebe ovih istraživanja je 15, pri čemu su korisnike karakterisali različiti stepeni ometenosti u razvoju i prisustvo određenih sindroma. Korisnici su u prostor Arboretuma dolazili jedan do dva puta nedeljno, tokom 5 meseci, od marta do jula meseca) i bavili se različitim aktivnostima 2 do 3 sata. Opservacije su vršene tokom 2 godine.

Metod posmatranja sa učešćem

Na početku programa, korisnici su uključeni u procenjivanje koje podrazumeva prisustvo posmatrača (posmatranje sa učešćem). Procenjivanje je rađeno "pretest-posttest" dizajnom, prema adaptiranim skalama (pre-primene terapije) za aktivnosti i za ponašanje korisnika, koje su primenjivane i nakon završenog programa hortikulturne terapije (posle-primene terapije). Po savetu stručnog defektologa, skala ocenjivanja fizioloških parametara nije uključena u ovaj deo istraživanja.

Skala ocenjivanja (ček lista) je podeljena na aktivnosti koje su se odnosile na aktivnu hortikulturnu terapiju, koja je obuhvatala aktivnosti, kao što su HT1: rad za stolovima (setva semena, stratifikacija, sadnja lukovica, krojenje zrelih i zelenih reznica); HT2: rad na nezi i održavanju zelenih površina (grabuljanje, plevljenje korova, presađnja biljaka ašovom i lopatom, sečenje grana teleskopskim makazama sa polugom i kanapom), HT3: rad u staklari (presađnja kontejnerskih sadnica, plevljenje korova u parapetima,

vađenje ožiljenica, zalivanje biljaka uz pomoć kante, pravljenje kokadema, prenošenje saksija); HT4: rad u lejama na otvorenom (priprema leja, setva semena cveća i povrća, zalivanje crevom, presađnja biljaka u lejama, sakupljanje plodova) i HT5: rad u zatvorenom prostoru tokom zime - rad sa suvim cvećem, pravljenje herbarijuma, pravljenje ukrasnih predmeta (Foto tablica 1).



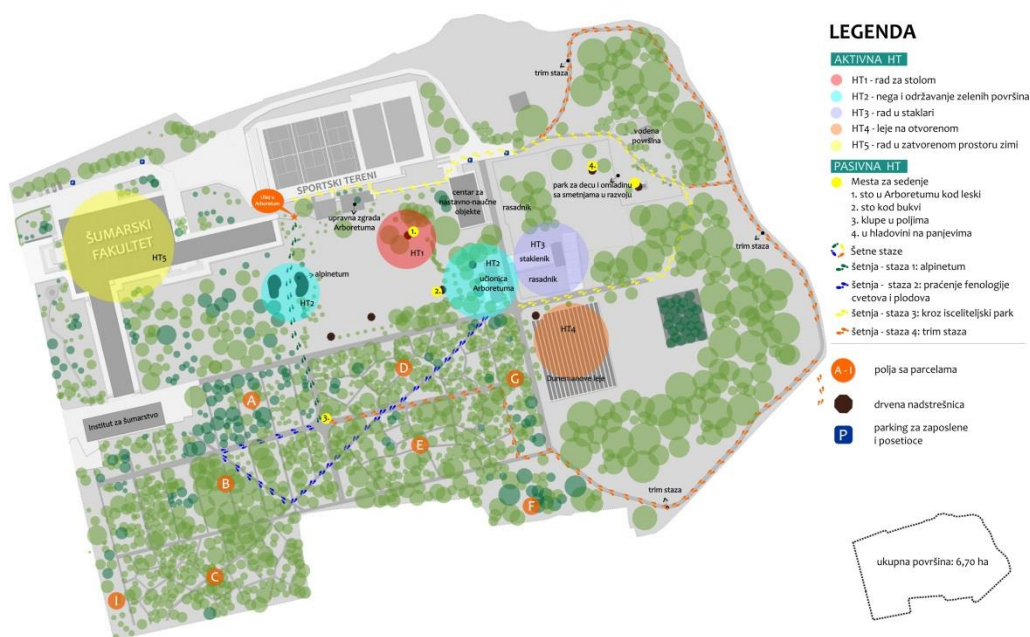
Foto tablica 1. Različiti vidovi aktivnosti na prostoru Arboretuma (odozgo, nadole):
 sadnja lukovica, presađnja ožiljenica, rad sa suvim cvećem - I red
 grabuljanje, praćenje fenologije u proleće - II red
 čupanje korova u parapetima, vožnja kolica, korišćenje teleskopskih makaza (sečka) - III red
 pravljenje herbarijuma, presađnja (ašovima i lopatama) - IV red

Aktivnost svakog korisnika je ocenjivana ocenama 1 (loše, odsutno), 2 (dovoljno), 3 (dobro), 4 (vrlo dobro) i 5 (odlično), a za upoređenje je korišćena medijana svih opažanja.

Na kraju perioda sprovođenja projekta, veštine korisnika su procenjivani na osnovu iste skale.

Za upoređivanje dobijenih vrednosti, shodno broju ispitanika i ocenama (od 1 do 5) primenjena je statistička analiza varijanse Kruskal-Wallis-ovim Testom pomoću koje su upoređene medijane, kao vrednosti manje otporne na ekstremne vrednosti subjektivnih procena posmatrača, koje su dobijene pre i po završenoj terapiji. Analiza je rađena na nivou značajnosti $p < 0.05$.

Struktura opservacione mape: Opservacione mape su formirane uz korišćenje karte čitavog prostornog obuhvata Arboretuma na kojima su obeležavane lokacije koje su korisnici Centra koristili kao pasivne oblike terapije. Jedan tip je podrazumevao pešačke, šetne staze različitih dužina i sadržaja. Procenjivanje raspoloženja korisnika je beležen od strane terapeuta, koji je na osnovu ponašanja samih korisnika procenjivao skalom od 1 do 5 važnost i značaj same putanje. Beležena su mesta na kojima se korisnici rado zadržavaju i obeležavani ambijenti sa posebnim odlikama. Šetna staza 1: prolazi kroz alpinetum; staza 2: prolazi kroz parcele za praćenje fenologije cvetanja i plodonošenja; staza 3: prolazi kroz lokaciju budućeg parka - isceliteljskog vrta i staza 4 obuhvata kružnu, trim stazu oko Arboretuma (slika 3).



Slika 3. Grafički prikaz prostora za aktivan i pasivan oblik terapijske hortikulture

Pored šetnih staza, odvojeni su i prostori koje korisnicima Centra služe za odmor uz sedenje. Neka od njih se posećuju pri svakom dolasku, neka ređe. Mesta za sedenje su lokacije koje su korisnici izdvojili kao prostore za odmor i relaksaciju: sedenje br.1: sto u

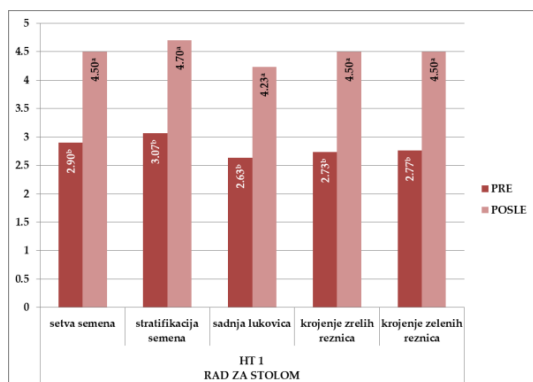
arboretumu kod leski; sedenje br.2: sto kod bukvi uz stazu; sedenje br.3: klupe na raskršću staza između parcela Arboretuma; sedenje br.4: na panjevima u dubokoj hladovini. Čestina posete ovih lokacija, vreme boravka i raspoloženje korisnika tokom boravka beležene su na opservacionim mapama. Metodom preklapanja rezultata (overlay), bojama različitog intenziteta, prikazani su najčešći odgovori i istaknuti najposećeniji prostori kao potencijalni ambijenti za budući isceliteljski vrt. Na osnovu analize dobijenih podataka došlo se do definisanja smernica za pronalaženje adekvatnog prostora za formiranje parka - isceliteljskog vrta na prostoru ZPSP Arboretum, namenjenog deci i omladini sa smetnjama u razvoju, koja bi se odvojila kao zasebna celina na prostoru Arboretuma sa sadržajima koji odgovaraju potrebama korisnika.

Rezultati sa diskusijom

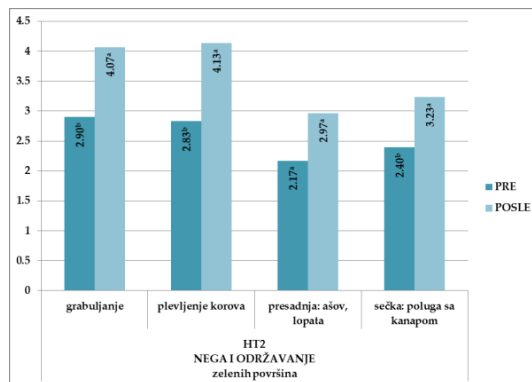
Shodno ciljevima koji su postavljeni na početku istraživanja u sprovođenju terapijske hortikulture sa korisnicima Centra, rezultati su grupisani u zavisnosti od metodološkog pristupa određenom tipu istraživanja i predstavljeni kroz više segmenata.

Rezultati dobijeni kroz skale ocenjivanja

Praćenje ponašanja korisnika Centra na prostoru Arboretuma uz procenu njihovih veština, kao i uvida u interesovanje i razumevanje potreba pre i posle završenih aktivnosti prikazani su kroz odvojene grafikone za grupe terapijske hortikulture HT1, HT2, HT3, HT4.



Grafikon 1. Rezultati grupe aktivnosti u HT1

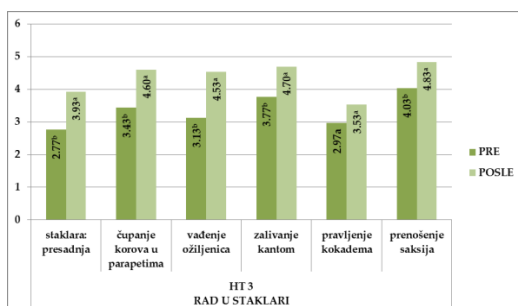


Grafikon 2. Rezultati grupe aktivnosti u HT2

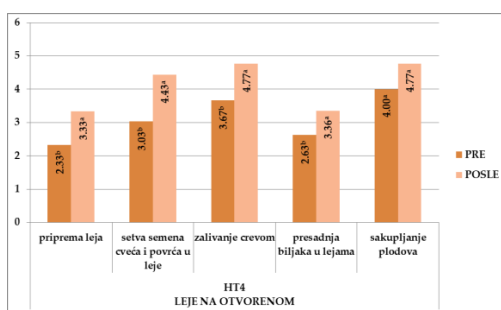
Statistička značajnost u dobijenim vrednostima merenja za sve aktivnosti u grupi HT1 ukazuju da su razlike između ocena posmatrača pre/posle završetka terapije na značajnom nivou. Za svaku od aktivnosti se može reći da je zainteresovanost svih korisnika visoka (vrednosti medijane se kreće od 4.23 do 4.70). Deo hortikulturnih

aktivnosti koje se odnose na negu i održavanje (HT2), pokazale su se, tokom vremena, atraktivnijim. Tu spadaju grabuljanje i plevljenje korova, dok vrednost zainteresovanosti za korišćenje alatki, lopate, ašova i teleskopskih makaza (sečke) ne prelazi vrednost 3.23. U slučaju presađnje, značajnost razlika u vrednostima nije na značajnom nivou što ukazuje da ova radnja korisnicima nije prijala. Objašnjenje terapeuta, koje treba naglasiti, je procena i ocena da je ova populacija nenaviknuta na teže fizičke aktivnosti i da se pri prvom susretu prema takvim aktivnostima pruža doza otpora. Porast ocene koja se uočava nakon završenih osmatranja ukazuje da je ponavljanje i ovakvih radnji dovela do poboljšanja u snazi, funkciji mišića i samim tim željom i za ovakvim aktivnostima.

Pri radu u staklari (HT3) i na otvorenim dunemanovim lejama (HT4) izdvojene su dve radnje kod kojih nije zabeležena statistička značajnost u vrednovanju aktivnosti: pravljenje kokadema i presađnja u lejama. Svi tipovi presađnje biljaka na otvorenom, na početku i na kraju vrednovanja (pre/posle) imaju relativno niske vrednosti, koje se kreću u granicama od 2.17 do 2.97 u HT2 ili presađnje u lejama od 2.63 do 3.36.

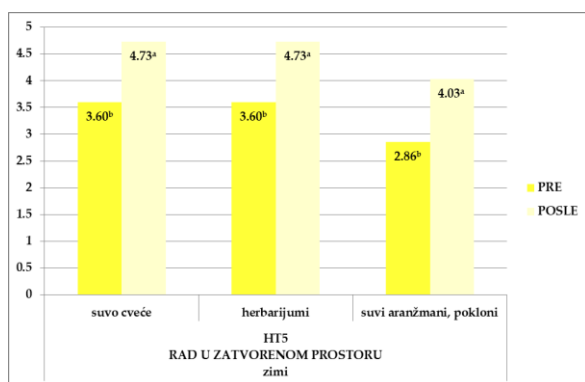


Grafikon 3. Rezultati grupe aktivnosti u HT3



Grafikon 4. Rezultati grupe aktivnosti u HT4

Aktivnosti koje su se pokazale privlačnim, rado izvođenim i sa visokim ocenama vrednovanim kroz terapiju su sve radnje u staklari, grabuljanje i plevljenje korova, vađenje ožiljenica, zalivanje kantom i crevom, setva semena i sakupljanje plodova. Rad u zatvorenom prostoru tokom zime (HT 5) i aktivnosti rada sa suvim cvećem, herbarskim materijalom i pripremom poklona i aranžmana, su vidovi okupacione terapije sa značajnim poboljšanjem vrednovanja veština korisnika pre i posle trajanja terapije (Grafikon 5 i slika 4).



Grafikon 5 i Slika 4. Vrednosti analize aktivnosti u zatvorenom prostoru i rad sa korisnicima

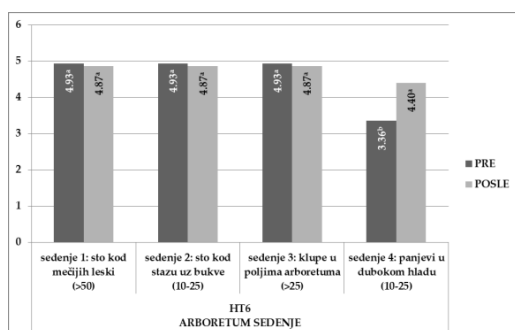
Pored navedenih rezultata u obrađenim podacima, važno je izneti i detalje koji su zapisivani u okviru napomena prilikom obavljanja raznih okupacionih aktivnosti u okviru terapijske hortikulture. Stepenn aktivnosti kod korisnika je promenljiv i zavisio je od raspoloženja samih korisnika. Tokom aktivnosti, pri pokazanom obliku radoznalosti, beleženo je i naknadno dodatno aktiviranje, ali je važno naglasiti da su korisnici samoinicijativno, shodno raspoloženju, bili uključivani (ili ne) u određenu aktivnost. Aktivnosti su svedene na jednostavne radnje, uz smenjivanje različitih, i u kraćim vremenskim intervalima.

- Najduža aktivnost jednog tipa pri kojoj se pokazuje zainteresovanost je u trajanju do 20 minuta. Nakon toga pažnja opada i važno je u što kraćem vremenu se "prebaciti" na drugu aktivnost. Rad "1 na 1" (terapeut: korisnik) je najefikasnija za pun efekat terapije i u tom cilju prisustvo terapeuta ili volontera je od posebne važnosti.
- Fine i lagane radne aktivnosti sa lukovicama, semenom, biljnim delovima, reznicama, makazama, finim alatom istakle su se kao važni elementi za poboljšanje fine motorike i pažnje. S druge strane prenošenje lakšeg tereta uz pomoć kolica, grabuljanje, kopanje, ukazali su na smanjenje taktilne nesposobnosti, poboljšanje spretnosti i izdržljivosti mišića ruku. Ova aktivnost je značajno uticala na poboljšanje fine motorike i za druge radnje (sečenje papira, tačnost u manipulaciji i istrajnost u takvim radnjama)
- Rad sa zemljom, slobodna mogućnost "prljanja ruku" u prirodnom okruženju, u početku nije bila radnja ka kojoj su korisnici pokazivali spremnost da je prihvate, ali se vremenom uočava poboljšanje i na ovom polju. Ovo je jedan od razloga relativno niske ocene na početnim opažanjima kod pravljenja kokadema. Ova aktivnost je motorički najzahtevnija: vezivanje mahovine, pravljenje loptastih osnova, povezivanje biljnih delova bez lomljenja mekih biljnih tkiva. Za ovaj tip radnji potreban je drugačiji tip dodira, kao i gradacija i kontrola sile.

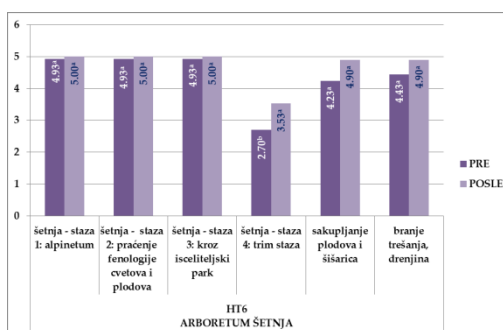
- Plevljenje biljaka, skidanje priperaka ili uklanjanje korova, kao i sečenje biljnih delova ili berba plodova, uticale su na motoričku koordinaciju i pojačanu pažnju.

Rezultati dobijeni analizom opservacionih mapa

Zapažanja vezana za pasivno učešće u različitim restorativnim ambijentima Arboretuma kroz vid rekreativne šetnje ili pasivnog sedenja, a uz benefite boravka u prirodnom okruženju, kao tip terapijskog dejstva zelenila, beležena su uz pomoć opservacionih mapa uz grafičko obeležavanje i lociranje čestine zadržavanja korisnika i korišćenja određenih prostora (Grafikon 7 i 8).



Grafikon 7. Analiza prostora za sedenje



Grafikon 8. Analiza korišćenja šetnih staza

Opažanja koja su zabeležena na grafikonu 7 odnose se na mesta za sedenje i jasno pokazuju da je ovaj tip pasivnog uživanja imao najviše vrednosti medijana i pre počinjanja aktivnosti i nakon dve godine opažanja. Razlike su se pojavile kod mesta za sedenje br. 4 koje se u početku pokazalo kao mesto koje nije imalo visoke ocene pri vrednovanju (3.36), ali se tokom prolaska vremena i ambijenta koje ovaj prostor pruža vrednost značajno statistički povećala (4.40). Pogodnost ovog mesta je "duboka hladovina" koja se u vreme letnjih dana pokazala izuzetno korisnom. Ujedno ovaj kutak je najizolovaniji prostor koji korisnicima pruže dovoljno tišine za punu koncentraciju pri obavljanju određenih vidova okupacione terapije. Kao opšti zaključak se izdvaja da korisnici Centra vole mesta za odmor koja su u prošaranom hladu i koja imaju određen stepen udobnosti (sedenje br 1, sedenje br 3) i kao takva ukazala su na važnost postojanja u dizajnu isceliteljskog parka.

Zapažanja vezana za vid rekreativne šetnje kroz Arboretum beležena su uz pomoć opservacionih mapa prostornih celina Arboretuma uz grafičko obeležavanje i lociranje čestine korišćenja od strane korisnika. Na grafikonu 8. najniže vrednosti su zabeležene na kružnoj trim stazi. U početku, ova staza je bila predugačka za savladavanje, bez odmora. Korisnici su je teško savladavali na šta ukazuje vrednost 2.7. Jasna, statistička značajnost se uočava posle 2 godine povremene "duge rekreacije" na ovoj stazi. Po rečima terapeuta, povećana kondicija dobijena prilikom ovih šetnji oseća se i pri drugim aktivnostima ovog tipa (pešačenje u gradu, organizovani obilasci itd.). Kako navodi

(Detweiler et al., 2012) hortikulturna terapija uz aktivnosti koje nudi korisnicima osnažuje fizičke predispozicije što se najviše pripisuje benefitima dugih šetnji. Prema Kavanagh (1995) i Świderska (2017) one pružaju slobodu pokreta i kod osoba sa smetnjama u razvoju, a korišćenje aktivnog i pasivnog uživanja u terapijskim vrtovima čini dobrobit širokoj populaciji.

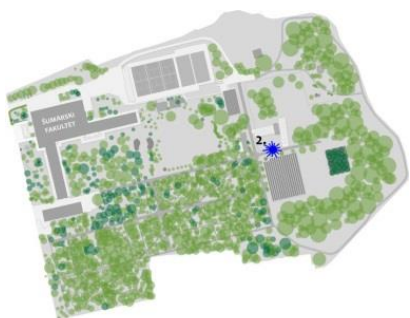
Jedna od važnih opservacija tokom obavljanja hortikulturne terapije je povećan osećaj radosti kod korisnika koju su iskazivali pri izvršenju zadataka, koja je posebno motivisana pohvalama za obavljenju aktivnost. Dužina trajanja hortikulturnih aktivnosti, ponavljanje kao metod učenja, učenje putem posmatranja (rada volontera i terapeuta) su doprineli pojačanom osećaju sreće, pri dolasku u prostor Arboretuma i prihvatanja "svog prostora" u kom se osećaju sigurnim. Radnje koje su zahtevne, kod osoba sa smetnjama u razvoju izazivaju osećaj neuspeha i vrlo često, brzo odustaju od pokušaja da ih savladaju. Osobenost mnogih aktivnosti u hortikulturi je ponavljanje radnji (krojenje reznica, presadnja, setva...) što ujedno, ovu delatnost čini veoma korisnom za ovakav vid terapijskog delovanja.

Odabir posebnih ambijenata Arboretuma kao smernica za naučno opravdan dizajn

Sekundarni cilj koji se nametnuo tokom decenije rada sa Korisnicima centra, bio je izdvajanje posebnih ambijenata u prostornom okviru Arboretuma. Prostori su birani uz preklapanje svih opservacionih mapa i rezultata skala ocenjivanja. Ambijenti koji su izdvojeni sa posebnom značajnošću kao smernice za ciljani dizajn isceliteljskog parka, prikazani su na Foto tablici 2.



Ambijent 1: Mesto za sedenje u polusenci



Ambijent 2: Radno okupacioni deo (leje ili zaštićeni objekti)



Ambijent 3: Miran, zaštićen deo



Ambijent 4: Otvoreni prostor za laganu šetnju

Foto tabela 2: Izdvojene prostorne celine koji su za korisnike Centra imale poseban značaj

Smernice za formiranje parka- isceliteljskog vrta za decu i omladinu sa smetnjama u razvoju

Na osnovu prikazanih analiza došlo se do smernica uz pomoć koji je odabrana najpogodnija lokacija za formiranje parka isceliteljskog vrta za osobe sa smetnjama u razvoju: prostor treba da je ograđen, sa jasno istaknutim ulazima i da bude smešten na mirnoj lokaciji; formirati ambijentalne celine predviđene za radno kreativne aktivnosti i sadržaje koji stimulišu senzorne i integracijske aktivnosti, prostore za osamu, relaksaciju

i/ili slobodne aktivnosti; razmišljati o postojanju vodene površine; izbor biljaka vršiti pažljivo u skladu sa svojstvima i staništem takvim da ne traže intenzivnu negu; izbor materijala i opreme koja je trajna i koja se lako se održava, a dostupna je i dizajnirana za sve korisnike.

U zoni proširenja ZPSP "Arboretum Šumarskog fakulteta" odabrana je lokacija koja je uspjela da zadovolji najveći broj analiziranih zahteva (slika 5).



Slika 5: Odabrana lokacija u zoni proširenja ZPSP Arboretum

Danas, 15 godina od prvog susreta korisnika Centra DB Čukarice sa Arboretumom Šumarskog fakulteta, prostor koji je odabran prema prikazanim smernicama, dobija oblik pravog isceljujućeg vrta. Na Foto tablici 3 su prikazani detalji današnjeg izgleda parka.

S obzirom da je terapijska hortikultura (TH) relativno nova empirijska oblast, kao i činjenica da je u Republici Srbiji ovakav vid terapije u povoju, primenjeni program koji se odvija na prostoru Arboretuma Šumarskog fakulteta može se smatrati pionirskim. Rezultati ove studije pružaju dokaz pozitivnih efekata TH na poboljšanje blagostanja osoba sa smetnjama u razvoju. Benefiti tretmana putem kojeg se učesnici aktivno ili pasivno uključuju u različite aktivnosti sa biljkama radi unapređenja svog blagostanja su primarni, kao i socijalno-emocionalna interakcija radno angažovanih volontera, u ovom slučaju nastavnog osoblja i studenata Šumarskog fakulteta. Inkluzija nastavnog osoblja, studenta i drugih pojedinaca u ovakve programe može da podigne svest o tome da su osobe sa smetnjama u razvoju ravnopravni članovi društva koji kroz različite aktivnosti značajno doprinose njegovom unapređenju i razvoju.



Foto tablica 3. Funcionalni delovi vrta: deo za miran odmor i okupljanje, deo sa vodenom površinom i radno okupacioni deo sa lejama

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura:

- Clatworthy J, Hinds J, Camic, P. (2013). Gardening as a mental health intervention: a review. *Mental Health Review Journal*, 18(4), 214-225.
- Csikszentmihalyi (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience." *Journal of Leisure Research*, 24(1), pp. 93-94
- Detweiler MB, Sharma T, Detweiler JG, Murphy PF, Lane S, Carman J, Chudhary A S, Halling, MH, Kim KY, (2012). What is the evidence to support the use of therapeutic gardens for the elderly? *Psychiatry investigation*, 9(2), 100-110.
- Dujmović J. (2016). Terapijski vrtovi i terapijska hortikultura kao intervencija u zdravlju. *Socijalna psihijatrija* 44. pp. 14-21
- Kavanagh JS. (1995). Therapeutic landscapes: gardens for Horticultural therapy coming of age. *HortTechnology*, 5(2), 104-107
- Marcus CC, Barnes M. (Eds.). (1999). *Healing gardens: Therapeutic benefits and design recommendations*. New Jersey, John Wiley & Sons.
- Milanović-Dobrota B, Đurić-Zdravković A, Japundža-Milisavljević M, Skočajić D, Muić T. (2022). Impact of therapeutic horticulture on psychosocial aspects of functioning in adults with intellectual disability *TEME*, Vol. XLVI, No 2, 2022, pp. 335-350 No 2, <https://doi.org/10.22190/TEME200602021M>
- Muić T, Grbić M, Skočajić D, Tutundžić A (2017): Design of playgrounds for children with intellectual disability: Case study based on preference observation., 3rd International Conference on Landscape and Human Health: Forests, Parks and Green Care, Diplomatic Academy of Vienna, Austria, pp. 76-76, isbn: 978-3-902762-79-5, Vienna, Austria, 17
- Pouya S, Bayramoğlu E, and Demirel, Ö. (2015). Investigation of healing garden design methods. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 15-25.
- Sempik J, Aldridge J, Becker S. (2003). *Social and therapeutic horticulture: evidence and messages from research*. Thrive and Centre for Child and Family Research, Loughborough University.
- Shaw S. (2015). Gardening and mental health. *Sibbaldia: the Journal of Botanic Garden Horticulture*, (13), 3-13.
- Stigsdotter U, Grahn P (2002). What makes a garden a healing garden? *J. Ther. Hortic.* 13, 60-69.
- Świderska, K. (2017). The revaluation project of John's Poul II park in Pyrzyce. Master thesis at the West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland.

- Townsend M, Weerasuriya R. (2010: Beyond Blue to Green: The Benefits of Contact with Nature for Mental Health and Well-Being. Deakin University, Australia: Available at http://www.hphpcentral.com/wp-content/uploads/2010/09/beyondblue_togreen.pdf
- Ulrich R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., and Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11(3), 201-230.

BENEFITS OF HORTICULTURAL THERAPY AT THE ARBORETUM OF FACULTY OF THE FORESTRY FOR PERSONS WITH A DISABILITY OF THE MUNICIPALITY OF ČUKARICA

*Dragana Skočajić, Sandra Petrović, Miroslava Živanović, Tamara Muić Jovetić, Vladimir
Milutinović*

*University of Belgrade – Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture and
Horticulture, Belgrade,
dragana.skocajic@sfb.bg.ac.rs*

Summary: The cooperation of the Center for Accommodation and Day Care of Children and Youth with a Disabilities from the Municipality of Čukarica and the Faculty of Forestry in Belgrade, which takes place in the area of the Protected Area - monument of nature "Arboretum of the Faculty of Forestry" (PAMN Arboretum), began in 2010 and developed in several directions. The implementation of the horticultural therapy program was initiated as part of the active vision of the use of plants to improve the condition of the Center's users and it was continued through the use of the natural environment of the Arboretum area as a healing space for sensory sensation, enjoyment in the ambient arrangement, passive relaxation and calming down in a safe and soothing environment. Empirical research of the implementation of horticultural therapy programs with the users of the Center aimed to design a healing garden by applying the principles of design based on the results of scientific research (scientific-based design) in the selected area of the PAMN Arboretum. Design guidelines for the arrangement of the healing garden were created with the use of checklists to monitor the behavior of the Center's users in the Arboretum area with an assessment of their social skills, as well as insight into the interest and understanding of their needs before and after the completed activities. The degree of activity in occupational horticultural therapy varied depending on the mood of the user. Users who did not participate directly in the activities, but passively observed the activities of others, were encouraged to work with plants, as well as to continue observing

seasonal changes, while emphasizing the feeling of beauty, calmness and safety until the possibility of active involvement in the work appeared. At the same time, all users used the benefits of staying in a natural environment, through passive participation in various restorative environments of the Arboretum, through recreational walking or passive sitting. Observations related to this type of therapeutic effect of greenery were recorded with the help of observation maps of spatial units of the Arboretum with graphic marking and locating the frequency of user retention and use of certain spaces. The observations were recorded by occupational therapists and landscape architects (teachers and student volunteers) in the field, after the daily activity of users was completed. In occupational horticultural therapy, the activities of the target group are simple actions, with alternating activities at short intervals (time duration up to 20 minutes). Activities were carried out through the process of learning and creation, with the secondary goal of obtaining the product, with constant supervision of the therapist and work "one on one basis" (therapist : user). Light work activities with plant parts, cuttings, bulbs, with seeds, transplanting plants, working with soil, the free possibility of "getting your hands dirty" in a natural environment, have stood out as important preventive elements for improving the general condition of people with disabilities. Each of the mentioned activities was evaluated and as such pointed out the importance of existence of the therapeutic garden in the design. In addition, favorite settings in the Arboretum's spatial framework, located with the help of maps, were also used as guidelines for the targeted design of the healing garden.

Keywords: horticultural therapy, healing gardens, Arboretum of the Faculty of Forestry, people with developmental disabilities

NEGATIVAN UTICAJ INVAZIVNIH BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI

Dragica Obratov-Petković, Ivana Bjedov, Marija Nešić

*Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet Beograd,
dragica.obratov-petkovic@sfb.bg.ac.rs*

Sažetak

Poznato je da invazivne strane biljke imaju negativan uticaj na biodiverzitet, ekonomiju i zdravlje ljudi. Veliki broj istraživanja odnosi se na analizu posledica, kao i eventualnog ublažavanja negativnog uticaja invazivnih biljaka na biodiverzitet i ekonomiju. Sa druge strane, mali broj radova bavi se istraživanjem negativnog uticaja koje ovi organizmi imaju na zdravlje ljudi. Uticaj invazivnih biljaka na zdravlje ljudi može biti direktan i indirektan. Direktan uticaj se odnosi na njihovo alergeno dejstvo, na pojavu dermatosa, miokarditisa, poremećaja u digestivnom traktu i dr. Indirektan uticaj se ostvaruje kroz promene strukture i sastava biocenoze koje su uslovljene širenjem invazivnih biljaka. Ove promene zatim uslovljavaju promene funkcija ekosistema što se može odraziti na zdravlje ljudi.

Prema dosadašnjim istraživanjima na području Srbije je zabeleženo 68 invazivnih i potencijalno invazivnih biljaka. U radu su izdvojene invazivne strane biljne vrste registrovane na području Srbije koje imaju negativan uticaj na zdravlje ljudi. Kada je reč o direktnom uticaju najveći broj ovih biljaka su izazivači različitih alergijskih reakcija, kao što su rinitis, konjuktivitis, astma. Među ovim vrstama su: *Amaranthus retroflexus*, *Asclepias syriaca*, *Solidago canadensis* i dr. Neke od invazivnih biljaka izazivaju dermatitis: *Datura stramonium*, *Heracleum pubescens*, *Parthenocisus quinquefolia* i dr. a invazivne strane vrste kao što su: *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* izazivaju, kako alergijske reakcije, tako i različite oblike dermatosa. Dokazano je da vrsta *Ailanthus altissima* pod određenim okolnostima može izazvati miokarditis. Jedan od indirektnih negativnih uticaja invazivnih biljaka na zdravlje ljudi jeste produkcija alelopatskih materija. Produkcijom alelopatskih materija, invazivne vrste menjaju sastav i strukturu biljnih zajednica, utiču na ciklus kruženja nutrijenata i izazivaju značajne poremećaje u strukturi zemljišnih mikroorganizama. Ovi poremećaji inhibiraju razvoj autohtonih vrsta i dodatno pospešuju širenje invazivnih, a poseban problem predstavlja i činjenica da se alelopatički uticaji invazivnih biljaka nastavljaju i kada su one fizički uklonjene iz degradiranih ekosistema. Utvrđeno je da sve selektovane biljne vrste imaju alelopatski potencijal.

Redukcija biodiverziteta, klimatske promene, kao i različiti ekološki poremećaji usloviće brže širenje invazivnih biljaka što će se negativno odraziti i na zdravlje ljudi. Shodno ovome buduća istraživanja treba da utvrde veze između invazivnih biljaka, klimatskih promena, smanjenja biodiverziteta, drugih ekoloških poremećaja i njihovog negativnog uticaja na zdravlje ljudi.

Uvod

Klimatske promene, degradacija i fragmentacija staništa, akcidenti u prirodi, polucije i dr. dovode do devastacije ekosistema, promena u florističkoj strukturi, smanjenja biološke raznovrsnosti i širenja invazivnih vrsta.

Uticaji bioloških invazija na usluge ekosistema predstavljaju veliku pretnju ljudskom zdravlju, posebno u zemljama u razvoju gde su opcije za sprečavanje i upravljanje invazivnim vrstama ograničene (Pyšek et al., 2020). Upravo su različite epidemije širom sveta povezane sa biotičkim invazijama i smanjenjem populacija pojedinih vrsta koje su predstavljale domaćine za pojedine patogene.

Invazivne biljke negativno utiču na blagostanje i zdravlje ljudi, i to direktno i indirektno. Direktni negativni uticaji su često slični u prirodnom arealu vrste i na staništima na koje je introdukovana, dok će indirektni uticaji verovatno izazvati više štete u introdukovanom, jer predstavljaju novi element u postojećim ekosistemima (Lazzaro et al., 2018).

Promene u ekosistemu, nastale uticajem invazivnih biljaka se povećavaju delovanjem dodatnih faktora, kao što su klimatske promene, taloženje azota iz atmosfere, kisele kiše i promene načina korišćenja zemljišta. Sa povećanjem stepena poremećaja u ekosistemu povećava se i značaj delovanja sekundarnih metabolita koje biljke proizvode (Tantiado i Saylo, 2012). Jedan od načina takvog uticaja je i produkcija sekundarnih metabolita, alelohemikalija, odgovornih za procese alelopatije.

Prema istraživanjima iz 2003 god. proteini, glikoproteini i bioaktivni lipidi iz polena i drugih delova biljaka, koji deluju kao alergeni ili izazivaju fitodermatoze i druge bolesti, utiču na zdravlje 10-25% populacije (Traidl-Hoffmann et al., 2003).

Cilj rada je da se prikažu invazivne strane vrste zabeležene u flori Srbije koje imaju negativan uticaj na zdravlje ljudi kako uticajem svojih vegetativnih i generativnih organa, tako i delovanjem alelohemikalija.

Materijal i metod rada

Koncepcija rada bazira se na ranijim istraživanjima invazivnih stranih vrsta u Srbiji. Rad na ovoj problematici obuhvata preko 15 godina proučavanja invazivnih vrsta na različitim lokalitetima u Srbiji. Invazivne vrste su obrađene sa više aspekata: rasprostranjenje u Srbiji, vektori koji dovode do njihovog širenja, uticaj klimatskih promena, adaptacije, uticaj na usluge ekosistema i dr.

Od 68 invazivnih stranih vrsta koje se nalaze u Srbiji (Stojanović et al., 2021), selektovane su vrste koje izazivaju negativne efekte na zdravlje ljudi kako na direktan (Lütfü Çorbacı, 2022; Janjić, 2020), tako i na indirektan način Nešić (2016).

Analizom invazivnih vrsta koje izazivaju negativne efekte na zdravlje ljudi obuhvaćeni su parametri kao što su: delovi biljke koji izazivaju alergije, fitodermatoze, neželjena dejstva na kardiovaskularni i digestivni sistem, kao i vreme cvetanja i plodonošenja.

Kao indirektni uticaj invazivnih biljaka na zdravlje ljudi, analiziran je i alelopatski potencijal invazivnih biljaka. Na osnovu literaturnih podataka i prethodnih istraživanja, izdvojene su vrste kod kojih su registrovane alelopatske materije.

Rezultati rada i diskusija

Invazivne vrste koje izazivaju alergene reakcije, fitodermatoze, utiču na kardiovaskularni i digestivni sistem i imaju alelopatske reakcije prikazane su u Tabeli br. 1.

Tabela br. 1: Pregled invazivnih i potencijalno invazivnih vrsta koje direktno i ili indirektno negativno utiču na zdravlje ljudi

Latinski naziv biljke	Domaći naziv biljke	Deo biljke koji izaziva negativne reakcije na zdravlje ljudi	Direktni i indirektni negativni efekti po zdravlje ljudi	Period fenofaze cvetanja i plodonošenja
<i>Acer negundo</i> L.	Pajavac	svi delovi biljke	alergije, rinitis, astma, konjuktivitis, kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetovi se obrazuju pre listanja, III-IV, plodonošenje VIII-X
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Kiselo drvo	svi delovi biljke	miokarditis, dermatitis, alelopatija	Cvetanje V-VI, plodonošenje VI-X
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Štir	polen	alergija, alelopatija	Cvetanje VI-IX

<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Ambrozija	polen	astma, alergijski rinitis, bronhitis, konjuktivitis, kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetanje VI-IX
<i>Asclepias syriaca</i> L.	Cigansko perje	polen	alergije, kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetanje V-IX
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	Japanski dud	polen	Alergije, alelopatija	Cvetanje V-VI
<i>Bryonia cretica</i> subsp. <i>dioica</i> (Jacq.) Tutin	Divlja tikva	plod	bolni dermatitis i čirevi, alelopatija	Plodonošenje IX
<i>Datura stramonium</i> L.	Tatula	svi delovi biljke	kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetanje V-VIII Plodonošenje VI-X
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et A. Gray	Divlji krastavac	plod	stomačne tegobe, alelopatija	Plodonošenje VIII-X
<i>Elodea canadensis</i> Mickx.	Vodena kuga		alelopatija	
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H. St. John	Nutalova vodena kuga		alelopatija	
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Repušnjača	polen, listovi i cvetovi	alergije, kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetanje V-XI
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Čičoka		alelopatija	
<i>Heracleum pubescens</i> (Hoffm.) M. Bieb.	Mečja šapa Sosnovskog	svi delovi biljke	dermatitis, opekotine, plikovi na koži, dugoročna osetljivost na UV zrake, kancerogena i teratogena dejstva, alelopatija	Cvetanje VI-VIII Plodonošenje IX. Seme klija u rano proleće
<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt.	Obična iva	polen, listovi	alergijske kijavice, dermatitis, alelopatija	Cvetanje VI-X
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Petolisni bršljan	plod	kontaktni dermatitis, alelopatija	Plodonošenje IX
<i>Paspalum distichum</i> L.	Vodeni prsti	polen	alergijski rinitis i astma, alelopatija	Cvetanje tokom cele godine
<i>Phytolacca americana</i> L.	Vinobojka	plod, koren, stariji delovi biljke	akutna iritacija digestivnog trakta, mogući letalni ishodi, alelopatija	Plodonošenje V-VIII
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	Japanski čvorasti korov		alelopatija	

<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Bagrem	cvetovi i seme	gastroenteritis, alelopatija	Cvetanje V-VI Plodonošenje IX-X
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	Deljenolisna rudbekija	mlade stabljike	moguća toksičnost, alelopatija	Prolećni period
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Srebrna pomoćnica	zeleni i zreli plodovi	trovanje, alelopatija	Plodonošenje X
<i>Solidago canadensis</i> L.	Štap svetog Jozefa	polen	polenska groznica (alergijski rinitis), alelopatija	Cvetanje VI-X
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Golema zlatica		alelopatija	
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Koštan	polen	alergija, alelopatija	Cvetanje VI-IX
<i>Symphotrichum lanceolatum</i> (L.) G.L. Nesom	Zvezdica		alelopatija	
<i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter	Boca	polen, žlezdane dlake na nadzemnim delovima	alergije, kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetanje VI-IX
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Boca	polen, žlezdane dlake na stablji i listovima	alergije, rinitis, astma, konjuktivitis, kontaktni dermatitis, alelopatija	Cvetanje VI-X

Od ukupno 68 vrsta, koje su prema međunarodnim kriterijumima svrstane u invazivne ili potencijalno invazivne, 12 vrsta ima negativan uticaj na zdravlje ljudi u direktnom i indirektnom smislu, a 6 vrsta: *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Helianthus tuberosus*, *Reynoutria japonica*, *Solidago gigantea* i *Symphotrichum lanceolatum* imaju samo indirektan uticaj preko produkcije alelohemikalija. Alelopatija, kao proces, prisutna je kod svih navedenih vrsta.

Najčešći direktni negativni efekti odnose se na alergijske reakcije. Međutim, vrste kao što su: *Acer negundo*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Asclepias syriaca*, *Erigeron canadensis*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* i *X. strumarium* imaju alergena dejstva i istovremeno izazivaju različite oblike dermatoza. U poslednje vreme je konstatovano da direktan kontakt sa biljnim sokom *Ailanthus altissima* izaziva miokarditis, a da plod, koren i stariji delovi vrsta *Phytolacca americana*, *Robinia pseudoacacia* i *Solanum elaeagnifolium* imaju negativan uticaj na digestivni trakt u smislu gastroenteritisa, trovanja i akutne iritacije sa mogućim letalnim ishodom.

Analizirajući delove biljaka koji izazivaju negativne reakcije na zdravlje ljudi, najčešće je u pitanju polen. Alergeni iz polenovih zrna prisutni su kod 10 od 18 invazivnih

i potencijalno invazivnih vrsta. Bilo da su u pitanju polinoze ili dermatoze, većina alergenijskih reakcija potiče od hemijskih biljnih iritanata kao što su kalcijum oksalat, protoanemonin, izotiocijanati, diterpenestri, bromelain i alkaloidi (Janjić, 2020).

Utvrđeno je da je diseminacija polena najintenzivnija u jutarnjim časovima (D'Amato et al., 2007), kao i da se polen iz cvetova drvenastih vrsta najčešće emituje u ranim prolećnim mesecima, a polen iz zeljastih vrsta u letnjim i jesenjim mesecima kao i za vreme suvih i toplih dana (Gözcüoğlu, 2012).

Osim polenovih zrna na zdravlje ljudi utiču i drugi delovi invazivnih biljaka, kao što su: plod kod vrsta *Bryonia cretica* subsp. *dioica*, *Echinocystis lobata*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Phytolacca americana*, *Solanum elaeagnifolium*, listovi ili žlezdane dlake na listovima i stabljikama kod vrsta *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* i *Xanthium strumarium*, cvetovi i seme kod vrste *Robinia pseudoacacia* i na kraju svi delovi biljke kao što je slučaj kod *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Datura stramonium* i *Heracleum pubescens*.

Komparativna analiza fenofaze cvetanja i plodonošenja pokazala je da u prolećnom periodu prvi počinje da cveta *Acer negundo* (mart-april) i ta fenofaza ne traje dugo. Za širenje vrste je značajan ovaj period cvetanja jer tada veoma mali broj vrsta cveta i mogućnost oprašivanja, formiranja ploda i semena je mnogo veća. Tek u maju mesecu cvetaju vrste *Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*, *Broussonetia papyrifera*, *Datura stramonium*, *Erigeron canadensis*, *Phytolacca americana* i *Robinia pseudoacacia*. Ostale vrste uglavnom počinju da cvetaju u junu mesecu. Veoma dug period cvetanja (5, 6 meseci) karakterističan je za vrste kao što su *Asclepias syriaca* (maj do septembar), *Erigeron canadensis* (maj do novembar), *Datura stramonium* (maj do avgust) i *Iva xanthiifolia* (jun do oktobar).

U odnosu na period plodonošenja prikazane invazivne vrste formiraju plodove od maja do avgusta (*Phytolacca americana*), od juna do oktobra (*Ailanthus altissima* i *Datura stramonium*) od jula do septembra (*Amaranthus retroflexus*), od avgusta do oktobra (*Acer negundo* i *Echinocystis lobata*), u septembru (*Bryonia cretica* subsp. *dioica*, *Parthenocissus quinquefolia* i *Heracleum pubescens*), u septembru i oktobru (*Robinia pseudoacacia*) i u oktobru (*Solanum elaeagnifolium*).

Najveći procenat toksičnih jedinjenja u fazi cvetanja biljke nalazi se u listovima, u fazi plodonošenja u semenima i plodovima, a krajem vegetacionog perioda u podzemnim organima, korenovima, rizomima i lukovicama. Količina toksičnih jedinjenja kod biljaka iste vrste zavisi i od spoljnih uslova (Janjić, 2020).

Staništa ovih vrsta su različita. Na prirodnim staništima u dolinama reka, plavnim mezofilnim do kserofilnim šumama, u šumama jasena, jasena i ive i hrastovim šumama, na peskovitim ili muljevitim rečnim aluvijumima, na rubovima šuma, duž reka, bara i kanala ili kao pionirske vrste rastu: *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus*, *Bryonia cretica* subsp. *dioica*, *Iva xanthiifolia* i *Robinia pseudoacacia*. Ostale vrste uglavnom naseljavaju zapuštene parkove, bašte, prostore duž puteva i pruga, đubrišta, krovove kuća i zgrada, otvorena narušena ruderalna staništa, građevine ili su korovi u usevima, vinogradima, voćnjacima i povrtnjacima i dr. Osim vrsta *Broussonetia papyrifera*, *Bryonia cretica* subsp. *dioica*, *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Solanum elaeagnifolium* i *Solidago canadensis* koje se javljaju na određenim lokalitetima, sve ostale vrste imaju široko rasprostranjenje u Srbiji.

Još jedan važan faktor za širenje invazivnih vrsta koje negativno utiču na zdravlje ljudi je i način njihovog razmnožavanja. Većina analiziranih biljnih vrsta razmnožava se i generativnim i vegetativnim načinom. Oba načina razmnožavanja omogućavaju veoma brzo osvajanje novih površina, a samim tim i povećanje stepena negativnih efekata. S druge strane, vrste koje se razmnožavaju samo generativnim načinom proizvode velike količine semena koje se najčešće rasejavaju anemohornim ili hidrohornim načinom ili takva semena na površini omotača poseduju morfološke adaptacije kojima se njihovo rasejavanje pospešuje. Vrste koje se razmnožavaju samo generativnim načinom su: *Amaranthus retroflexus*, *Datura stramonium*, *Erigeron canadensis*, *Heracleum pubescens*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* i *Xanthium strumarium*.

Alelopatija predstavlja pozitivne ili negativne uticaje jedne biljke na drugu putem biohemijских supstanci, odnosno alelohemikalija. Pojedine invazivne biljke proizvode sekundarne metabolite koji negativno deluju na autohtone vrste koje se prvi put susreću sa tim supstancama i zbog toga nemaju sposobnost da neutrališu ili izbegnu njihovo toksično delovanje (Ridenour and Callaway, 2001). Ove supstance dospevaju u životnu sredinu putem razlaganja biljnih ostataka, eksudatima korena i isparavanjem. Alelohemikalije nemaju samo uticaj na biljke koje su u direktnom kontaktu sa ovim supstancama, već imaju i snažno dejstvo na ceo ekosistem, posebno kada su u ekosistemu prisutni ekološki poremećaji (Wardle et al., 1998). Sve analizirane invazivne vrste poseduju alelopatski potencijal (Tabela br. 1).

Invazivne biljke sa alelopatskim sposobnostima umanjuju vitalnost i kompetitivnost autohtonih biljaka. One najčešće eksudatima korena inhibiraju klijanje semena, razvoj klijavaca, ometaju formiranja stabilnih populacija ili utiču na zemljišne organizme. Tako na primer, invazivna vrsta *Ambrosia artemisiifolia* inhibira klijanje semena i razvoj klijavaca biljaka koje se nalaze u njenoj okolini (Dali and Xinru, 1996).

Dobrobiti koje pružaju ekosistemi su od suštinskog značaja za očuvanje ljudskog blagostanja, kao što je obezbeđivanje dobara i usluga koje su potrebne za ljudski opstanak i zdravlje, a istraživanja pokazuju da kontakt sa prirodnim okruženjem podstiče oporavak od mentalnog umora, poboljšava sposobnosti suočavanja i oporavka od stresa, bolesti i povreda, poboljšavanje koncentracije i produktivnosti i osećaj opšte sreće (Lazzaro et al., 2018).

Alelohemikalije invazivnih biljaka mogu da menjaju komponente ekosistema koje potom utiču na procese i odnose u ekosistemu, a samim tim i na biljne zajednice. Biljne zajednice u kojima su prisutne invazivne biljke se četo odlikuju malim florističkim diverzitetom. U ovim zajednicama jedna ili dve dominantne vrste utiču na biohemijske osobine zemljišta čime u velikoj meri utiču na biljke i procese u ekosistemima (Wardle et al., 1998). Upravo zbog ovoga je uticaj alelopatskih supstanci izraženiji u zajednicama u kojima su prisutne invazivne biljke.

U zemljištu sa teškim metalima i manjom količinom pristupačnih nutrijenata produkcija alelohemikalija je veća što utiče na povećanje količine pristupačnih nutrijenata (Li et al., 2007). Količina pristupačnih nutrijenata može postati toksična, što predstavlja ozbiljnu pretnju ljudskom zdravlju, posebno kada su invazivne vrste sa alelopatskim uticajima prisutne na poljoprivrednim površinama.

Zaključak

Mere suzbijanja invazivnih stranih vrsta koje izazivaju negativne efekte po zdravlje ljudi još uvek se sprovode klasičnim, agrokulturnim merama. Ipak, sprečavanje introdukcije invazivnih vrsta, njihovo rano otkrivanje i brzi odgovor, kao i jačanje institucionalnog kapaciteta za borbu protiv invazivnih organizama jesu glavne aktivnosti koje treba preduzeti kako bi se sprečilo dalje širenje invazivnih biljaka i smanjio njihov negativan uticaj na biodiverzitet, ekonomiju i zdravlje ljudi. Legislativa u ovoj oblasti kod nas još nije ustanovljena. Shodno ovome, buduća istraživanja treba da utvrde veze između invazivnih biljaka, klimatskih promena, smanjenja biodiverziteta, drugih ekoloških poremećaja i njihovog negativnog uticaja na zdravlje ljudi.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Dali, W., Xinru, Z. (1996): Research on allelopathy of *Ambrosia artemisiifolia*. *Acta Ecologica Sinica*, 16(1):11-19.
- Lütfü Çorbacı, O. (2022): An Investigation on Plants with Allergic Pollen: The Case of Rize Urban Open Green Areas. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, JASA 2022, 7 (2), 693-706.
- Janjić, V. (2020): Biljke prouzrokovali dermatoza kod ljudi. *Acta herbologica*, Vol. 29, No. 1, 5-24.
- Lazzaro, L., Essl, F., Lugliè, A., Padedda, BM., Pyšek, P., Brundu, G. (2018): Invasive alien plant impacts on human health and well-being. Mazza G, Tricario E Wallingford (eds.): *Invasive species and human health*. CAB International: 16-33.
- Li, L., Li, S-M., Sun, J-H., Zhou, L-L., Bao, X-G., Zhang, H-G., Zhang, F-S. (2007): Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 11192-11196.
- Nešić, M., Obratov-Petković, D., Skočajić, D., Bjedov, I., Đukić, M., Đunisijević-Bojović, D. (2016): Allelopathic potential of the invasive species *Aster lanceolatus* Willd. *Periodicum Biologorum* Vol. 118, No 1, 1-7, DOI: 10.18054/pb.2016.118.1.2816.
- Pyšek, P. et al. (2020): Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95: 1511-1534
- Ridenour, WM., Callaway, RM. (2001): The Relative Importance of Allelopathy in Interference: The Effects of an Invasive Weed on a Native Bunchgrass. *Oecologia* 126: 444-450 doi:10.2307/4222869
- Stojanović, V., Bjedov, I., Jovanović, I., Jelić, I., Obratov-Petković, D., Nešić, M., Nedeljković, D. (2021): Odabrane invazivne strane vrste u flori Srbije. *Zavod za zaštitu prirode Srbije*. Beograd.
- Tantiado, R., Saylo, M. (2012): Allelopathic Potential of Selected Grasses (Family Poaceae) on the Germination of Lettuce Seeds (*Lactuca sativa*). *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology* 4(2)
- Traidl-Hoffmann, C., Kasche, A., Menzel, A., Jakob, T., Thiel, M., Ring, J., Behrendt, H. (2003): Impact of pollen on human health: more than allergen carriers? *Int Arch Allergy Immunol*. 131(1):1-13. DOI: 10.1159/000070428.
- Wardle, DA., Nilsson, MC., Gallet, C., Zackrisson, O. (1998): An ecosystem-level perspective of allelopathy. *Biological Reviews* 73: 305-319

Ziska, L.H., Dukes, J.S. (2011): Weed biology and climate change. John Wiley & Sons.

NEGATIVE IMPACT OF INVASIVE PLANTS ON HUMAN HEALTH

Dragica Obratov-Petković, Ivana Bjedov, Marija Nešić

*University of Belgrade, Faculty of Forestry
dragica.obratov-petkovic@sfb.bg.ac.rs*

Summary

It is known that invasive alien plants have a negative impact on biodiversity, the economy, and human health. Much of the current literature pays particular attention to the analysis of the consequences of plant invasion, as well as possible mitigation of its negative impact on biodiversity and the economy. On the other hand, a small number of works deal with research on the negative impact these organisms have on human health. The impact of invasive plants on human health can be direct and indirect. The direct impact refers to their allergenic effect, to the occurrence of dermatosis, myocarditis, disorders in the digestive tract, etc. Indirect influence is achieved through changes in the structure and composition of the biocenosis, which are conditioned by the spread of invasive plants. These changes then cause changes in ecosystem functions, which can harm human health.

According to the current research, 68 invasive and potentially invasive plants have been recorded in Serbia. In the paper, invasive alien plants recorded in Serbia, with a negative impact on human health are discussed. Regarding the direct impacts, the largest number of these plants are the cause of various allergic reactions, such as rhinitis, conjunctivitis, and asthma. Among these species are *Amaranthus retroflexus*, *Asclepias syriaca*, *Solidago canadensis* and others. Some of the invasive plants cause dermatitis: *Datura stramonium*, *Heracleum pubescens*, *Parthenocisus quinquefolia*, etc. Invasive aliens such as *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* causes both allergic reactions and various forms of dermatosis. It has been proven that the species *Ailanthus altissima* can cause myocarditis under certain circumstances. One of the indirect negative effects of invasive plants on human health is the production of allelopathic chemicals. By producing those substances, invasive plants change the composition and structure of plant communities, affect the nutrient cycle, and cause significant disturbances in the structure of soil microorganisms. These disturbances inhibit the development of native species and further promote the spread of invasive ones. An additional problem is a fact that the allelopathic influence of invasive plants continues

even when they are physically removed from degraded ecosystems. It was found that all selected plants have allelopathic potential.

Loss of biodiversity, climate changes, as well as various ecological disturbances will cause a faster spread of invasive plants, which will have a negative impact on human health. Accordingly, further studies need to determine the links between invasive plants, climate change, biodiversity loss, and other ecological disturbances and their negative impact on human health.

DOPRINOS PRIRODNIH BILJNIH ZAJEDNICA POBOLJŠANOM ZDRAVLJU I BLAGOSTANJU LJUDI

Dragana Čavlović, Ivana Bjedov

*Univerzitet u Beogradu- Šumarski fakultet
dragana.cavlovic@sfb.bg.ac.rs*

Rezime

Jedan od najvažnijih aspekata subjektivne ocene blagostanja je zadovoljstvo generalno životnim okolnostima neke individue. 2018. godine, stopa sveukupnog zadovoljstva životom u Evropskoj uniji (EU) bila je 7,3- prosečna vrednost na skali od 0 (potpuno nezadovoljan) do 10 (potpuno zadovoljan). Način na koji pojedinci gledaju na svoju sreću, ogleda se u njihovom emocionalnom aspektu blagostanja i njihovim svakodnevnim osećanjima i raspoloženjima. Merenje sreće je važno jer može da ukazuje na to da li ljudi svoj život posmatraju iz "bolje perspektive" (ako je indeks sreće visok) i to nesumnjivo dovodi da se i ostali aspekti života posmatraju sa pozitivnije strane, odnosno promoviše se njihovo subjektivno blagostanje.

Od 2013. godine EUROSTAT prikuplja podatke o **Kvalitetu života u Evropi**- subjektivnoj oceni blagostanja ljudi, koja omogućuje integraciju različitih iskustava, izbora, prioriteta i vrednosti pojedinaca. Jedan od parametara se odnosi i na Prirodu i životno okruženje i tri veoma bitne podgrupe: I izloženost zagađenju, II dostupnost zelenih i rekreacionih površina i II predeo i izgrađeno okruženje. Statistički podaci o subjektivnoj oceni zadovoljstva i blagostanja u državama Evrope su upoređeni sa procentualnom zastupljenošću **prirodnih i prirodi bliskih pokrivača tla** (šume, travna staništa i vlažna staništa), prema prostornim mapama, dostupnim na Copernicus platformi EEA (*European Environmental Agency*). Da bi se utvrdilo postojanje statistički značajne korelacije između ova dva seta podataka, Pirsonov test korelacije je primenjen.

Detaljnije razmatranje procenta prirodnih i prirodi bliskih staništa, a samim tim i biljnih zajednica koje se tu nalaze, urađeno je za prostor Republike Srbije (RS). Prema rezultatima studije, prosečno su ova staništa zastupljena sa oko 60% na nivou istraživanih područja Evrope i u RS. Ova analiza ima za cilj da se utvrdi činjenično stanje, procene prednosti, nedostaci, kao i kapacitet ovih prostora za poboljšanje zdravlja i blagostanja ljudi. Analiza pomaže da se odrede mere koje bi doprinele restauraciji prirodnih i prirodi bliskih prostora i da se preporuče vrste pogodne za takve mere.

Ključne reči: kvalitet života, indeks sreće, prirodne i prirodi bliski pokrivači tla, prirodne biljne zajednice, restauracija ekosistema.

Uvod

Savet Evrope je 2021. godine usvojio novu Strategiju za šume za 2030-u, u kojoj se jasno naglašava ključna uloga šuma u zdravlju ljudi, zdravlju životinja i zdravoj životnoj sredini. Mnoge studije su se bavile vezom između šuma i drugih prirodnih područja sa smanjenjem stresa i oporavkom od posla. Takođe, eksperimenti na terenu su pokazali kako poseta šumama pozitivno deluje na psihološko i fiziološko zdravlje ljudi. Takvi efekti se mogu objasniti sa oslobađanjem od psihološkog stresa, ali i smanjenim zagađenjem vazduha i smanjenom izlaganju buci, tokom posete šumama. Studije koje su posmatrale dugoročne efekte boravka u prirodi, pokazale su da fizička aktivnost ima medijatorsku ulogu u uočenim zdravstvenim prednostima (to je najuočljivije kod ljudi koji naseljavaju suburbana područja) (Tyrväinen et al, 2019). Koliko je biodiverzitet značajan pokazali su i rezultati istraživanja (Fuller et al., 2007), koji jasno ukazuju da psihološko blagostanje prosperira kada su ljudi izloženi većem diverzitetu i biljaka i životinja. Slično, Wolf i saradnici (2017) su otkrili da izloženost većem diverzitetu drveća i ptica individualno, dovodi do boljeg mentalnog blagostanja (kao samoprocenjeno pozitivno ili negativno osećanje i vitalnost) i smanjuje napetost. Rezultati ovakvih studija predstavljaju sponu između naizgled nepovezanih disciplina: očuvanje biodiverziteta i javno zdravlje; iz toga dalje proizilazi da očuvanjem biodiverziteta, naročito u urbanim sredinama, doprinosimo zdravlju, pre svega mentalnom, stanovnika tih urbanih sredina (Nghiem et al., 2021).

Jedan od najvažnijih aspekata subjektivne ocene blagostanja je zadovoljstvo generalno životnim okolnostima neke individue. 2018. godine, stopa sveukupnog zadovoljstva životom u Evropskoj uniji (EU) bila je 7,3- prosečna vrednost na skali od 0 (potpuno nezadovoljan) do 10 (potpuno zadovoljan).

Način na koji pojedinci gledaju na svoju sreću, ogleda se u njihovom emocionalnom aspektu blagostanja i njihovim svakodnevnim osećanjima i raspoloženjima. Merenje sreće je važno jer može da ukazuje na to da li ljudi svoj život posmatraju iz "bolje perspektive" (ako je indeks sreće visok) i to nesumnjivo dovodi da se i ostali aspekti života posmatraju sa pozitivnije strane, odnosno promoviše se njihovo subjektivno blagostanje.

Kako, prema istraživanjima, interakcija sa „divljinom“ ima visok uticaj na subjektivno blagostanje (bez obzira na veličinu šumskog pokrivača, učesnici istraživanja

koji su imali interakcije sa „divljinom“ su prijavili višu subjektivnu ocenu blagostanja, od onih koji nisu imali takvih interakcija) (Takahashi, 2022), cilj ovog istraživanja je postavljen tako da se utvrdi: postoji li veza između kvantiteta prirodnih staništa i subjektivne ocene blagostanja, posmatrano na nivou jedne države. Odnosno, polazna hipoteza glasi: *Što je više prirodnih i prirodi bliskih staništa u nekoj državi, njeni stanovnici su zadovoljniji svojim životom, odnosno njihova subjektivna ocena kvaliteta života/blagostanja je viša.*

Metod

Statistički podaci o kvalitetu života u Evropi dobijeni su iz izveštaja EUROSTAT-a za 2018-u godinu⁵ i obuhvataju 32 države u Evropi (EU27, Norveška, Srbija, Švajcaska, Turska i Ujedinjeno Kraljevstvo), gde su stanovnici preko 16 godina starosti upitani da ocene sveukupno zadovoljstvo životom na skali od 0 (potpuno nezadovoljan) do 10 (potpuno zadovoljan). Ovi podaci su upoređeni sa procentualnom zastupljenošću **prirodnih i prirodi bliskih pokrivača tla** (šume, travna staništa, voda i vlažna staništa), prema prostornim mapama visoke rezolucije, dostupnim na Copernicus platformi EEA⁶ (*European Environmental Agency*). Prema prostornim mapama sa Copernicus platforme, prirodnim i prirodi bliskim staništima, u ovom radu se pod pokrivačima tla podrazumevaju: lišćarske i četinarske šume, travna staništa, stalne vodene površine i stalna vlažna staništa, a takođe u državama gde je prisutna i morska voda (zalivi, fjordovi, estuari...).

Procentualna zastupljenost svih pomenutih staništa je izračunata u odnosu na obuhvat mape svake ponaosob države, koja je predmet ovog istraživanja. Geopodaci za granice država su dobijeni preko EUROSTAT-ove platforme, putem izvora © EuroGeographics.

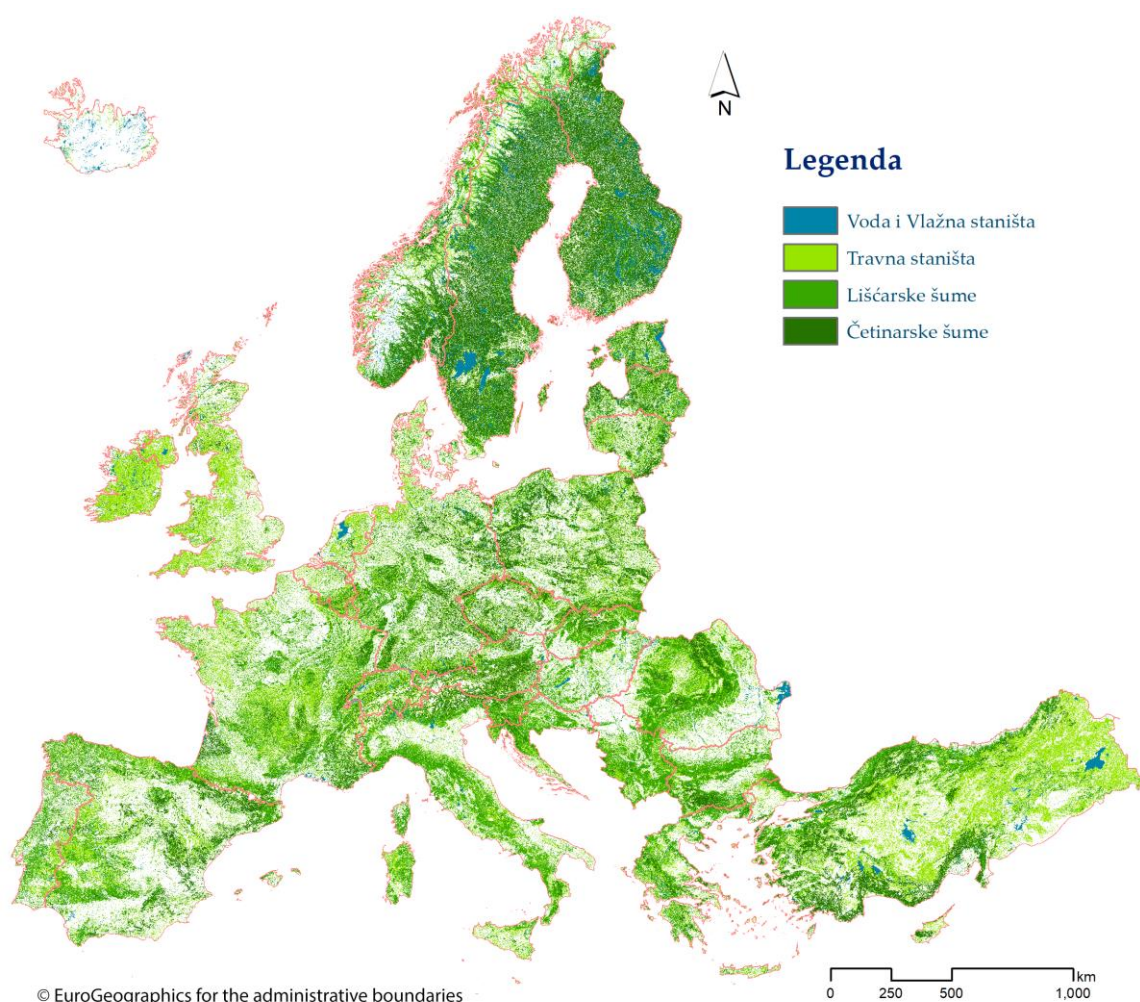
Da bi se utvrdilo postojanje statistički značajne korelacije između ova dva seta podataka, primenjen je Pirsonov test korelacije, korišćenjem softverskog programa Past 4,12.

⁵ <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/10207020/3-07112019-AP-EN.pdf/f4523b83-f16b-251c-2c44-60bd5c0de76d>

⁶ <https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers>

Analiza veze prirodnih i prirodi bliskih staništa sa subjektivnom ocenom kvaliteta života

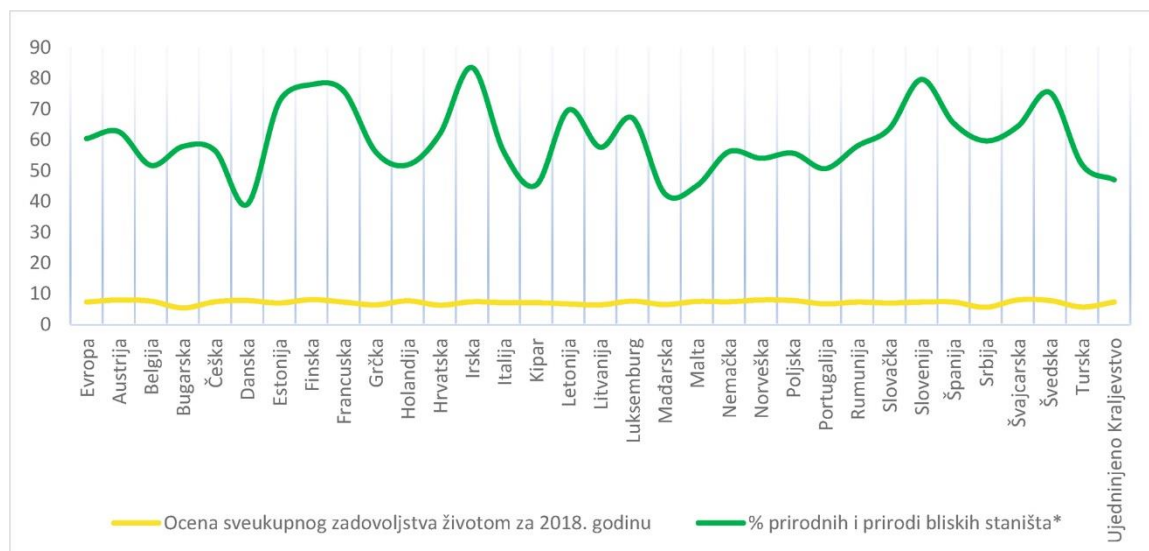
Statistički podaci o subjektivnoj oceni kvaliteta života, pokazuju da su najvišu ocenu za kvalitet života/ blagostanje dali stanovnici Finske (8,1), zatim Austrije, Norveške i Švajcarske (8,0). Najnižu ocenu dali su stanovnici Bugarske (5,4), Srbije (5,6) i Turske (5,7). Ispitanici iz čak 5 zemalja (Francuska, Rumunija, Slovenija, Španija i Ujedinjeno Kraljevstvo) su ocenili zadovoljstvo životom ocenom 7,3, što je i Evropski prosek.



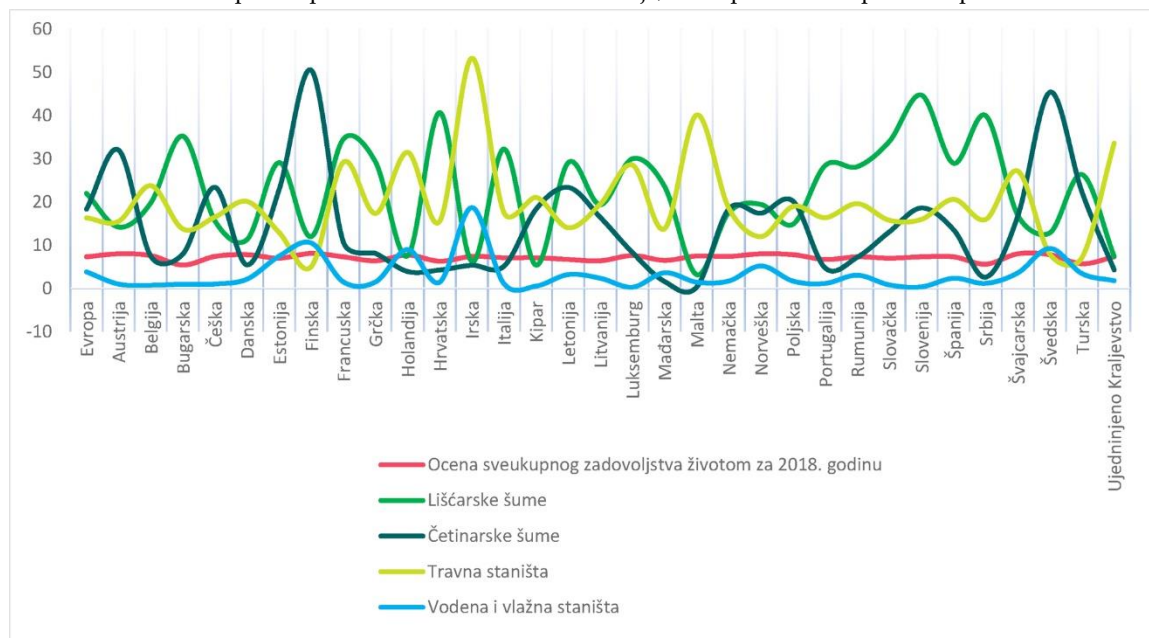
Ilustracija 1. Distribucija prirodnih i prirodi bliskih staništa na istraživanom području (33 države u Evropi)

Ilustracija 1., prikazuje istraživano područje Evrope sa prostornom distribucijom prirodnih staništa i staništa bliskih prirodi. Ustanovljeno je da je procentualno učešće ovih

staništa 60,44% posmatrano u celosti istraživano područje. Najveći procenat ovih staništa, zbirno posmatrano, nalazi se u Irskoj (83,55%, od čega su 53,26% travna staništa), zatim u Sloveniji (79,66%) i u Finskoj (77,99%), a najmanje u Danskoj (39,03%), Mađarskoj (42,59%) i na Malti (45,07%). Srbija sa 59,71% prirodnih i prirodi bliskih staništa se nalazi relativno na sredini, odnosno voma blisko proseku za istraživana područja Evrope.



Grafikon 1. Ukupno procentualno učešće prirodnih i prirodi bliskih staništa i subjektivna ocena zadovoljstva životom. *prema pokrivačima tla visoke rezolucije, dostupnom na Copernicus platformi



Grafikon 2. Procentualno učešće prirodnih i prirodi bliskih staništa i subjektivna ocena zadovoljstva životom

Sprovedenom statističkom analizom nije utvrđena statistički značajna korelacija između procenta prirodnih i prirodi bliskih staništa sa sveukupnom ocenom zadovoljstva životom kod ispitanika u Evropi. Pronađena je samo slaba pozitivna korelacija ($r = 0,15$) između ova dva seta podataka, koji su ilustrativno prikazani na Grafikonu 1, dok su na Grafikonu 2 prikazani svi posmatrani parametri, odnosno posebno lišćarske i šetinarske šume, travna staništa, vodena i vlažna staništa. Takođe je bitno istaći da se zvanični podaci o procentualnoj zastupljenosti prirodnih i prirodi bliskih pokrivača tla Evrope, dostupni u bazi EEA⁷ razlikuju od podataka dobijenih u ovom istraživanju, pre svega zbog drugačije razmere, a i izvora podataka (*Corine Land Cover 2018*). Ipak urađena je i dodatna analiza korelacije, sa zvaničnim podacima iz baze EEA, i ona takođe nije pokazala statistički značajnu korelaciju među posmatranim parametrima.

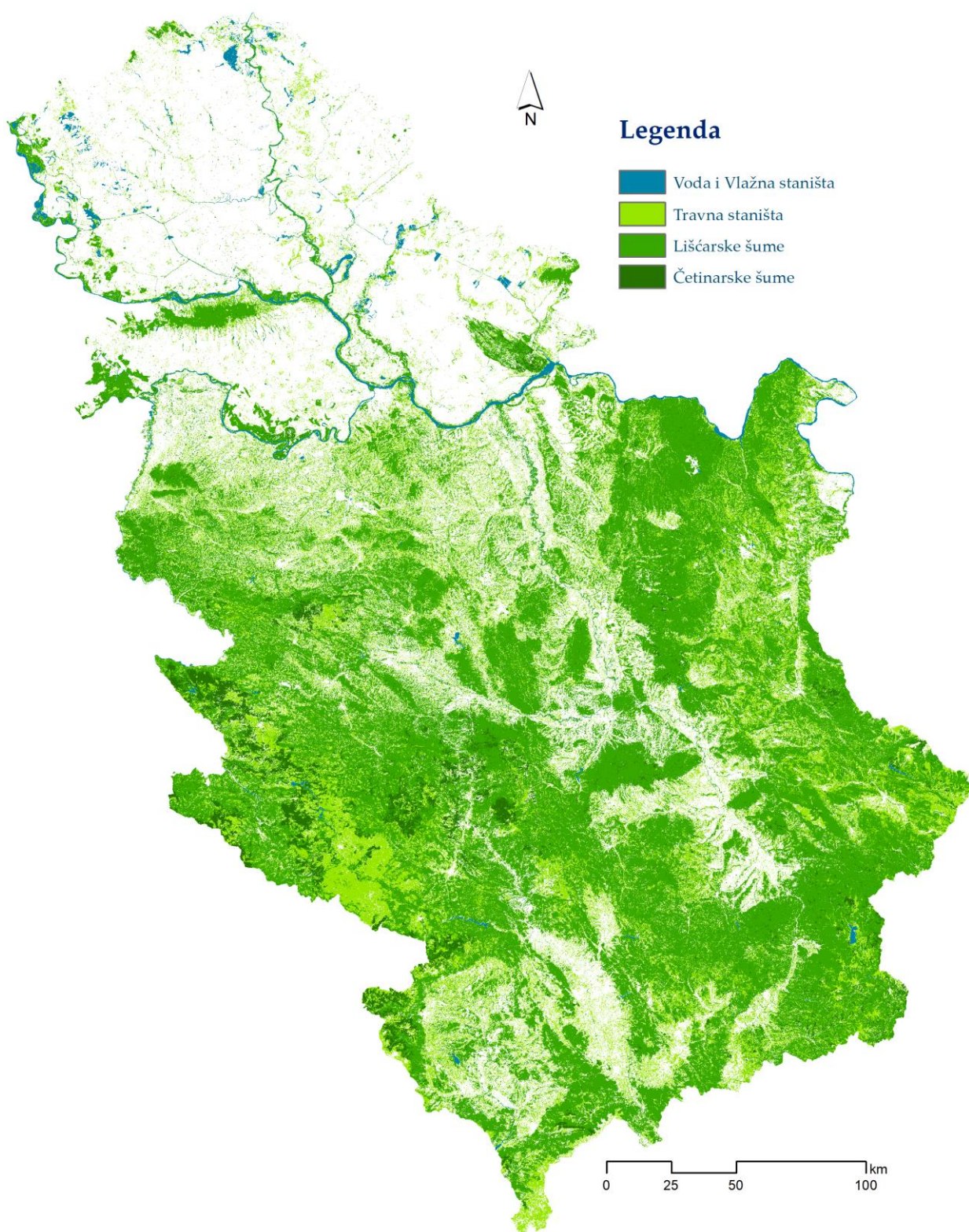
Međutim, uopšte posmatranje ovakvih parametara je značajno sa stanovišta očuvanja biodiverziteta, a istovremeno i unapređenja zdravlja ljudi, što je svakako potvrđeno u navedenim studijama. Podaci o zadovoljstvu rekreacionim i zelenim površinama, i zadovoljstvu životnom sredinom, još uvek nisu dostupni u bazi EUROSTAT, stoga je celukopna analiza smanjene preciznosti, jer ovi podaci nisu ušli u računicu za parametar: subjektivna ocena kvaliteta života.

Analiza prirodnih i prirodi bliskih staništa u Srbiji

Srbija se nalazi blizu evropskog procenta po zastupljenosti prirodnih i prirodi bliskih staništa (sa 59,71%), prikazanih prostorno na Ilustraciji 2.

Prema *Corine Land Cover 2018* podacima, prosečna pokrivenost šumama u zemljama Evropske unije iznosi 31,29% (na nivou Evrope koje pokriva EEA- 39 zemalja, taj procenat je 28,72%). Prema postojećim literaturnim podacima, polovinom XIX veka oko 80% teritorije Srbije bilo je pokriveno šumskim staništima. Tokom vremena, usled intenzivne i konstantne antropopresije, šumska staništa kao i ostala autohtona staništa su degradirana i potpuno devastirana. Danas se procenjuje da je oko 30% teritorije Srbije pokriveno šumama.

⁷ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-cover-and-change-statistics>



Ilustracija 2 Distribucija prirodnih i prirodi bliskih staništa na teritoriji Republike Srbije

Šumska staništa

U Srbiji su zastupljene lišćarske, mešovite i četinarske šume. Najzastupljenije od svih njih jesu lišćarske šume, koje prema analizi čine 39,95% od ukupne površine pod šumama u Srbiji. Lišćarske šume u Srbiji su zastupljene na nadmorskim visinama od 200 do 1200 m, a najrasprostranjenije su u brdskim i planinskim regionima. Kada je reč o lišćarskim šumama, bukove šume su najzastupljenije, a za njima slede hrastove šume. Hrastove šume, konkretno šuma sladuna i cera (*Quercetum frainetto-cerridis* Rudski 1949) je klimazonalna zajednica Srbije. Mešovite šume u Srbiji su karakteristične za planinski region Srbije, a javljaju se najčešće na nadmorskim visinama od 800 do 1200 m. Četinarske šume su vezane za hladnu i vlažnu klimu i u Srbiji se javljaju u zoni između 1300 i 1900 m.n.v. i zauzimaju samo 2,61% teritorije. Prema Pravilniku o staništima ("Sl. glasnik RS", br. 35/2010) šumska staništa Srbije spadaju u grupu fragilnih ekosistema koji su prioritetni za zaštitu i očuvanje. Takođe, neka od njih spadaju u prioritetna NATURA staništa. Pregled šumskih zajednica Srbije predstavljen je u Tabeli 1.

Tabela1. Osnovni tipovi šumskih zajednice u Srbiji

Šumske zajednice sa kodovima prema nacionalnoj nomenklaturi	
Lišćarske šume	A1.1 Šume bele vrbe (<i>Salix alba</i>) i topola (<i>Populus</i> spp.)
	A1.2 Šume jova (<i>Alnus</i> spp.) i poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i>)
	A1.3 Šume lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) i poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i>)
	A1.4 Šume lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) i graba (<i>Carpinus betulus</i>)
	A1.5 Šume poljskog bresta (<i>Ulmus campestris</i>)
	A2.1 Šume sladuna (<i>Quercus frainetto</i>) i cera (<i>Quercus cerris</i>)
	A2.2 Šume medunca (<i>Quercus pubescens</i>) i krupnolisnog medunca (<i>Quercus virgiliana</i>)
	A2.3 Šume lužnjaka (<i>Quercus robur</i>) sa žešljom (<i>Acer tataricum</i>)
	A2.4 Šume makedonskog hrasta (<i>Quercus trojana</i>)
	A2.5 Šume kitnjaka (<i>Quercus petraea</i>) i cera (<i>Quercus cerris</i>)
	A2.6 Šume kitnjaka (<i>Quercus petraea</i>) i graba (<i>Carpinus betulus</i>)
	A2.7 Šume balkanskog kitnjaka (<i>Quercus dalechampii</i>)
	A2.8 Šume transilvanskog kitnjaka (<i>Quercus polycarpa</i>)
	A2.9 Šume belograbića (<i>Carpinus orientalis</i>) i crnog graba (<i>Ostrya carpinifolia</i>)
	A3.1 Šume graba (<i>Carpinus betulus</i>)
	A3.2 Šume bukve (<i>Fagus moesiaca</i>)
	A3.3 Šume planinskog javora (<i>Acer heldreichii</i>)
	A3.4 Šume belog jasena (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	A3.5 Šume pitomog kestena (<i>Castanea sativa</i>)
	A3.6 Šume oraha (<i>Juglans nigra</i>)
	A3.7 Šume mečje leske (<i>Corylus colurna</i>)

	A3.8 Šume breze (<i>Betula pendula</i>)
	A3.9 Šume trepetljike (<i>Populus tremula</i>)
	A3.A Šume sitnolistnog bresta (<i>Ulmus minor</i>)
	A3.B Šume brdskog bresta (<i>Ulmus glabra</i>)
Četinarske šume	A6.2 Šume belog bora (<i>Pinus silvestris</i>) A6.3 Šume munike (<i>Pinus heldreichii</i>) i molike (<i>Pinus peuce</i>)
Mešovite šume	A8.1 Šume lišćara sa smrčama (<i>Picea</i> spp.) i jelama (<i>Abies</i> spp.) A8.2 Šume lišćara sa borovima (<i>Pinus</i> spp.) A8.3 Šume lišćara sa borovima (<i>Pinus</i> spp.), smrčama (<i>Picea</i> spp.) i jelama (<i>Abies</i> spp.)

Travna staništa

Travna staništa u Srbiji, prema rezultatima ovog istraživanja, pokrivaju 15,97% površine teritorije. Diverzitet biljnih zajednica koje pripadaju ovom tipu staništa u Srbiji je velik. U florističkom smislu ova staništa se odlikuju velikim diverzitetom, a takođe predstavljaju značajan biološki resurs Srbije jer u njihov sastav ulazi veliki broj endemičnih i reliktnih vrsta. Sa druge strane reč je i o značajnom ekonomskom resursu jer najveći broj lekovitih i aromatičnih biljaka raste baš na ovom tipu staništa. U Tabeli 2. su prikazani osnovni tipovi travnih staništa zastupljenih na teritoriji Srbije. Suve travne formacije, umereno vlažne travne formacije, sezonski vlažne i vlažne travne formacije javljaju se na terenima ispod gornje šumske granice, u okviru planinske, brdske i nizijske zone. Alpijska travna staništa se uobičajeno nalaze uz ili iznad gornje šumske granice, ali ispod zone stalnog snega, na višim nadmorskim visinama u planinama. Šumski proseci i visoke zeleni se nalaze na veoma vlažnim, redje umereno suvim terenima, na svim nadmorskim visinama gde ima uslova za razvoj vegetacije, a pre svega u šumskoj zoni i to na ivicama šuma, šumskim prosecima i čistinama, pored planinskih potoka i na mestima površinskog cedjenja vode i sl. Kopnene slane travne formacije razvijene su u okviru brdske i nizijske zone, a najčešće u Vojvodini.

Tabela 2. Osnovni tipovi travnih formacija u Srbiji

C1 Suve travne formacije	C1.1 Panonske peščare C1.2 Panonske stepe C1.3 Suve karbonatne livade i kamenjari C1.4 Suve serpentinitne livade i kamenjar C1.5 Suve silikatne livade i kamenjari C1.6 Jednogodišnje suve subnitrofilne zeljaste zajednice
C2 Umereno vlažne travne formacije	C2.1 Umereno vlažni pašnjaci i livade za napasanje nakon košenja C2.2 Umereno vlažne brdske livade C2.3 Umereno vlažne planinske livade C2.4 Umereno vlažne panonske livade

	C2.5 Umereno vlažni veoma fertilizovani pašnjaci i livade
	C2.6 Napušteni umereno vlažni pašnjaci i livade
C3 Sezonski vlažne i vlažne travne formacije	C3.1 Vlažne brdske livade
	C3.2 Vlažne planinske livade i srodne travne zajednice
	C3.3 Vlažne panonske livade
C4 Alpijske i subalpijske travne formacije	C4.1 Subalpijske visoke livade
	C4.2 Alpijski i subalpijski karbonatni pašnjaci i Rudine
	C4.3 Alpijski i subalpijski serpentinitički pašnjaci i rudine
	C4.4 Alpijski i subalpijski silikatni pašnjaci i Rudine
	C4.5 Travne formacije oko snežanika
	C4.6 Alpijske i subalpijske zajednice mahovina i lišajeva
C5 Šumski proseci i visoke zeleni	C5.1 Šumski proseci
	C5.2 Brdske i planinske visoke zeleni i papratišta
	C5.3 Visikoplaninske visoke zeleni i papratišta
C6 Kopnene slane travne formacije	C6.1 Kopnene slane travne formacije

Vodena i vlažna staništa

Vlažna i vodena staništa u Srbiji su kao i u celom svetu predstavljaju najugroženiji tip staništa. Zauzimaju samo 0,87% teritorije Srbije. Prema nacionalnoj klasifikaciji ova staništa se mogu podeliti u 2 grupe: Močvare i tresave, i Kopnene površinske vode. U Tabeli 3 dat je pregled osnovnih tipova staništa iz ove dve grupe. Očuvanje ovih tipova staništa je od velikog značaja jer je reč o staništima u čiji floristički sastav ulaze vrste koje su veoma retke. Ova grupa staništa u Srbiji je prioritarna za zaštitu jer je reč o fragilnim staništima usled funkcionalne nepostojanosti i osetljivosti na degradaciju, a istovremen veliki broj spada u retka staništa Srbije. Nalaze se na različitim lokalitetima u Srbiji, a najbolje očuvana su ona koja se nalaze u okviru Ramsarskih područja. U Srbiji je do sada proglašeno 10 Ramsarskih područja, a Zavod za zaštitu prirode Srbije prepoznao je za zaštitu još 68 potencijalno Ramsarskih područja.

Tabela 3. Osnovni tipovi vodenih i vlažnih staništa u Srbiji

E Močvare i tresave	E1 Izdignute i pokrovne tresave
	E2 Siromašne tresave
	E2.1 Siromašne tresave
	E2.2 Prelazne tresave
	E3 Bogate tresave
	E3.1 Bogate tresave
	E4 Slatke močvare
	E4.1 Kopneni tršćaci i rogozišta
	E4.2 Kopneni visoki šaševi i site
	E5 Slane močvare
	E5.1 Slani kopneni tršćaci i rogozišta
	E5.2 Kopnene slane močvare
	E5.3 Slane sukulente zajednice
F Kopnene površinske vode	F1 Kopnene površinske stajaće vode
	F1.1 Stalne oligotrofne stajaće vode
	F1.2 Stalne mezotrofne stajaće vode
	F1.3 Stalne eutrofne stajaće vode
	F1.4 Stalne distrofne stajaće vode
	F1.5 Stalne slane stajaće vode
	F1.6 Privremene stajaće vode
	F2 Kopnene površinske tekuće vode
	F2.1 Izvori, vrulje i gejziri
	F2.2 Stalni, brzi i turbulentni tokovi bez variranja nivoa vode
	F2.3 Stalni, spori i mirni tokovi bez variranja nivoa vode
	F2.4 Rečni tokovi sa variranjem nivoa vode
	F2.5 Privremeno tekuća voda
	F2.6 Film vode koja se preliva po stenama
	F3 Obale kopnenih voda
	F3.1 Obalne zajednice srednje visokih i visokih helofita
	F3.2 Amfibijske obalne zajednice niskih šaševa i sita
	F3.3 Obale bez ili sa raštrkanom vegetacijom

Zaključna razmatranja

Istraživanje je pokazalo da ne postoji statistički značajna povezanost između procenta prirodnih i prirodi bliskih staništa sa sveukupnom ocenom zadovoljstva životom kod ispitanika u Evropi, kada se posmatra sa velikim nivoom generalizacije. Mnogo detaljnija istraživanja su neophodna da bi se ustanovile povezanosti između ovih grupa parametara. Svakako, značajan skup informacija je formiran, naročito za teritoriju Srbije, gde se može, na osnovu dobijenih karata detaljnije sagledati koji su to delovi bogati

prirodnim i prirodi bliskim staništima- i njih čuvati i štititi, a sa druge strane gde de nalaze područja koja su oskudna ovakvim staništima (npr. Vojvodina).

Ujedinjene Nacije i FAO, sa drugim partnerskim organizacijama, su proglasili period od 2021-2030. godine za dekadu restauracije ekosistema. Pod restauracijom se podrazumeva pomaganje degradiranim i uništenim ekosistemima da se oporave, istovremeno čuvajući ekosisteme koji su netaknuti. Kako bi se povećao kvalitet i kvantitet prirodnih i prirodi bliskih područja, neophodno je uključiti se, organizovati akcije- ne samo pošumljavanja, nego restauracije u pravom smislu te reči. Ukoliko se pošumljavanje preduzima kao metoda obnove degradiranih šumskih ekosistema, mora se vršiti isključivo autohtonim vrstama drveća u odnosu koji odražava prirodni sastav, koristeći prirodi bliske metode. U slučaju vodenih i vlažnih staništa, kao i travnih staništa restauracija podrazumeva očuvanje autohtonih vrsta i zabranu unošenja alohtonih vrsta i genetički modifikovanih organizama.

Da bi se proces restauracije sproveo na adekvatan način, potrebno je voditi se prirodnom potencijalnom vegetacijom. Rejonizacija Srbije prema prirodnoj potencijalnoj vegetaciji, kao i preporuka vrsta koje su adekvatne za određene predele, date su u studiji Čavlović i Bjedov iz 2022. godine.

Veza između prirodnih staništa i boljeg mentalnog i psihiškog zdravlja ljudi svakako postoji, iako nije uočljiva u predmetnoj razmeri. Samim delovanjem, interakcijom sa „divljinom“, učešćem u projektima restauracije, malim koracima, jedna individua može doprineti poboljšanju života većem broju ljudi, a svoje blagostanje podići na viši nivo.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

Čavlović, D., Bjedov, I. (2022): Izbor drvenastih vrsta u pejzažnoj hortikulturi u skladu sa prirodnom potencijalnom vegetacijom Srbije. V: GLAVENDEKIĆ, Milka (ur.), SKOČAJIĆ, Dragana (ur.). Pejzažna arhitektura i hortikultura - stanje i perspektive : zbornik radova. Beograd: Univerzitet, Šumarski fakultet: Udruženje za pejzažnu hortikulturu Srbije, 2022. Str. 104-116, ilustr. ISBN 978-86-916397-7-8. [COBISS.SR-ID 62730761]

- Fuller, R.A., Irvine, K.N., Devine-Wright, P., Warren, P.H., Gaston, K.J., 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biol. Lett.* 3, 390–394. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>.
- Nghiem, T. P. L., Wong, K. L., Jeevanandam, L., Chang, C. C., Tan, L. Y. C., Goh, Y., & Carrasco, L. R. (2021). Biodiverse urban forests, happy people: Experimental evidence linking perceived biodiversity, restoration, and emotional wellbeing. *Urban Forestry & Urban Greening*, 59, 127030.
- Takahashi, T., Asano, S., Uchida, Y., Takemura, K., Fukushima, S., Matsushita, K., & Okuda, N. (2022). Effects of forests and forest-related activities on the subjective well-being of residents in a Japanese watershed: An econometric analysis through the capability approach. *Forest Policy and Economics*, 139, 102723.
- Tyrväinen, L., Ojala, A., Neuvonen, M., Borodulin, K., & Lanki, T. (2019). Health and well-being from forests—experience from Finnish research. *Sante Publique*, (HS1), 249-256.
- Wolf, L.J., Zu Ermgassen, S., Balmford, A., White, M., Weinstein, N., 2017. Is variety the spice of life? an experimental investigation into the effects of species richness on selfreported mental well-being. *PLoS One* 12, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170225>.
- https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2021/11/15/council-adopts-conclusions-on-the-new-eu-forest-strategy-for-2030/?utm_source=linkedin.com&utm_medium=social&utm_campaign=20211115%20AgriFish&utm_content=photo2021-12-13downloaded

BENEFITS OF NATURAL PLANT COMMUNITIES TO HUMAN HEALTH AND HIGHER SENSE OF WELLBEING

Dragana Čavlović, Ivana Bjedov

*University of Belgrade, Faculty of Forestry
dragana.cavlovic@sfb.bg.ac.rs*

Summary

One of the most important aspects of the subjective evaluation of well-being is satisfaction with the overall life of an individual. In 2018, overall life satisfaction in the European Union (EU) was 7.3 - an average value on a scale from 0 (completely dissatisfied) to 10 (completely satisfied). The way individuals view their happiness is

reflected in their emotional aspect of well-being and their daily feelings and moods. Measuring life satisfaction is important because it can indicate whether people view their life from a "better perspective" (if the happiness index is high) thus undoubtedly leading to other aspects of life being viewed from a positive side, and their subjective well-being is being promoted.

Since 2013, EUROSTAT has been collecting data on the Quality of Life in Europe - a subjective assessment of people's well-being, which enables the integration of different experiences, choices, priorities and values of individuals. One of the parameters also refers to Nature and living environment further divided in three very important subgroups: I exposure to pollution, II availability of green and recreational areas and II landscape and built environment. Statistical data on the subjective assessment of satisfaction and well-being in European countries were compared with the percentage of natural and close to nature land covers (forests, grasslands and wetlands), according to spatial maps, available on the Copernicus platform of the EEA (*European Environmental Agency*). In order to determine the existence of a statistically significant correlation between these two sets of data, the Pearson correlation test was applied.

A more detailed analysis of the percentage of natural habitats and close to nature habitats, and therefore of the plant communities found there, was done for the territory of the Republic of Serbia (RS). According to the results of the study, on average researched habitats are represented by about 60%, both for the RS and for the researched areas of Europe. The aim of this study was to determine the actual situation, assess the advantages, disadvantages, as well as the capacity of these spaces to improve people's health and well-being. This analysis aims to help to determine the measures that would contribute to the restoration of the natural and close to nature areas and to recommend the selected species suitable for conducting such measures.

Key words: quality of life, happiness index, natural and close to nature land cover, natural plant communities, ecosystem restoration.

OD TRADICIJE DO ZDRAVLJA: HEMIJSKA KARAKTERIZACIJA I BIOLOŠKA AKTIVNOST ODABRANIH LEKOVITIH BILJAKA

Dejan Stojković

Univerzitet u Beogradu - Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Bulevar despota Stefana 142, 11000 Beograd, Srbija
dejanbio@ibiss.bg.ac.rs

Rezime

Mnoge aromatične i lekovite biljke sadrže veliki broj bioaktivnih komponenti, pre svega fenolnih jedinjenja, koja se, prema brojnim naučnim istraživanjima, dovode u vezu sa biološkom aktivnošću ovih biljaka. Anti-inflamatorna, antioksidativna i antibakterijska svojstva ovih jedinjenja izazvala su veliko interesovanje u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, između ostalih. Proučavani su fenolni profili odabranih biljaka koje su korišćene u brojnim tradicionalnim preparatima: *Allium scorodoprassum*, *Anthriscus cerefolium*, *Artemisia absinthium*, *Calluna vulgaris*, *Carpobrotus edulis*, *Cytisus multiflorus*, *Genista tridentata*, *Hypericum alpigenum*, *H. perforatum*, *H. rochelii*, *Juglans regia*, *Phlomis fruticosa*, *Salvia nemorosa*, *Seseli gummiferum*, *S. transcaucasicum*, *Verbascum sinuatum*. Pored toga, in vitro eksperimenti su korišćeni za procenu antioksidativne, antibakterijske, antiinflamatorne i citotoksične efikasnosti odabranih biljnih ekstrakata. Antioksidativna aktivnost je ispitivana pomoću nekoliko različitih testova uključujući TBARS, OxHLIA, DPPH, ABTS, CUPRAC, FRAP, test heliranja metala i fosfomolibden. Fenolna jedinjenja, koja pripadaju fenolnim kiselinama i flavonoidima su identifikovana kao najdominantniji sastojci u ispitivanim biljnim vrstama. Štaviše, istraživani ekstrakti su pokazali značajnu antimikrobno dejstvo protiv bakterija i mikrogljiva iz hrane, patogena ljudi, životinja i biljaka. Ispitivani ekstrakti su posedovali antioksidativno dejstvo, antiinflamatorna svojstva što je potvrđeno putem nekoliko različitih testova. Nalazi ove studije poboljšavaju razumevanje fenolnih profila i takođe nude dokaz o bioaktivnim kvalitetama ispitivanih lekovitih vrsta, što ih čini potencijalno veoma atraktivnim kandidatima za proučavanje i upotrebu u različitim oblastima, uključujući hranu, kozmetiku i farmaceutske proizvode.

Ključne reči: Lekovite biljke; fenolna jedinjenja; biološke aktivnosti; tradicionalni lekovi.

Uvod

Biljna medicina je stara koliko i samo čovečanstvo. Postoji mnogo istorijskih dokaza, uključujući sačuvane spomenike, pisane tekstove, pa čak i izvorne biljne lekove, koji podupiru čovekovu potrebu za lekovima, koje je svojevremeno uglavnom tražio u prirodi. Najraniji otkriveni pisani zapis o korišćenju lekovitog bilja seže unatrag gotovo 5000 godina i otkriven je na sumerskoj glinenoj ploči iz Nagpura. Dokument je uključivao 12 metoda za izradu lekova sa više od 250 biljnih vrsta [1].

Današnja farmakoterapija sadrži niz biljnih lekova (fitoterapeutika), koji su nasleđe starih civilizacija. Istina je da je moderna nauka priznala potencijal lekova prirodnog porekla. Kao rezultat toga, gotovo sve farmakopeje širom sveta, uključujući desetu najnoviju evropsku farmakopeju (Ph Eur 10, 2020.), farmakopeju Sjedinjenih Američkih Država (USP 31, 2008.) i Britansku farmakopeju (BP, 2007) sadrže biljne lekove. Osim toga, neke nacije (Ujedinjeno Kraljevstvo, Rusija i Nemačka) imaju sopstvene biljne farmakopeje. Primena biljnih terapeutika može biti nezavisna ili u kombinaciji sa sintetskim lekovima, a temelji se ili na iskustvima konvencionalne medicine ili na novim naučnim studijama i eksperimentalnim nalazima (komplementarna medicina). Pripravci s poznatim aktivnim sastojcima i dokazanim lekovitim dejstvom najčešće su korišćena terapijska sredstva [2].

Tradicionalna upotreba odabranih biljnih vrsta

Allium scorodoprasum L. (Amaryllidaceae), zmijski luk, poznat i kao divlji poriluk, jednogodišnja je biljka čiji se listovi i lukovice mogu konzumirati sirovi ili kuvani, a često se upotrebljava i kao začín u proizvodnji sira, jogurta i hleba. Osim toga, koristi se ne samo kao kulinarska biljka, već i kao narodni lek: kao antiseptik, za zarastanje rana, kao lek za hipertenziju i kao diuretik, a osim toga, može sprečiti starenje, kardiovaskularne i bolesti jetre, dijabetes i može poboljšati vid [3].

Anthriscus cerefolium (L.) Hoffm. (Apiaceae), - krbuljica se tokom istorije koristila zbog nekoliko lekovitih svojstava: kao diuretik, sredstvo za iskašljavanje, poboljšanje probave i za osvežavanje kože. Smatralo se i da preparati pripremljeni od krbuljice ublažavaju simptome ekcema, gihta, bubrežnih kamenaca i pleuritisa, kao i da se mogu efikasno koristiti za ispiranje očiju. Danas, *A. cerefolium* je najpoznatiji kao lek za povišeni krvni pritisak [4].

Artemisia absinthium L. (Asteraceae), pelin, višegodišnja je grmolika lekovita biljka. Ova biljka se koristi u šamponima, serumima za lice, maskama i drugim kozmetološkim proizvodima, a koristi se i u prehrambenoj industriji kao glavni aromatični sastojak u

alkoholnom piću absint. Nadzemni delovi tradicionalno se koriste u celom svetu za probavne tegobe, gastrointestinalne tegobe i zbog antimikrobnih i diuretičkih svojstava, a klinička ispitivanja potvrđuju njegovu bioaktivnost kod Kronove bolesti [5].

Calluna vulgaris L. (Ericaceae) - vresak, je biljka poreklom iz Evrope i Severne Afrike koja se koristi u narodnoj medicini za pripremu infuzija i dekokta za lečenje bolesti kao što su depresija, infekcije mokraćnog sistema i upalne infekcije [6].

Carpobrotus edulis L. (Aizoaceae) - ledena biljka ili kisela smokva, koja se obično nalazi u priobalnim područjima, poreklom je iz Južne Afrike, ali se proširila duž obala umerenih područja širom sveta zbog svoje invazivne prirode. U Africi se ova vrsta koristi u narodnom lečenju virusnih infekcija, dizenterije, kožnih rana, infekcija grla i probavnih problema [6].

Cytisus multiflorus (L'Hér.) Sweet (Fabaceae), je endemska biljka Pirinejskog poluostrva. Prema etnofarmakološkim studijama, sveži ili osušeni cvetovi biljke korišćeni su u infuzijama i tonicima za lečenje različitih poremećaja, poput upalnih bolesti, dijabetesa, migrene i kožnih ekcema [6].

Genista tridentata L. (Fabaceae) - bodljikava metlica, raste na Pirinejskom poluostrvu i severnom Maroku, a obično se koristila u infuzijama ili dekoktima za lečenje upalnih i respiratornih bolesti, urinarnih poremećaja i malarije te takođe kao diuretik, tonik i sedativ [6].

Rod *Hypericum* (Hypericaceae) obuhvata više od 500 vrsta. *Hypericum perforatum* L. (kantaron) je najpoznatiji, posebno zbog primena u tradicionalnoj medicini. Hipericini, glavni sastojci ove biljke, intenzivno su proučavani zbog njihove farmakološke primene, a njihova delotvornost je dokazana u lečenju depresivnih epizoda. *Hypericum rochelii* Griseb. & Schenk je balkanska vrsta koja se nalazi u jugozapadnim Karpatima Rumunije na niskim nadmorskim visinama (500-1200 m). *Hypericum alpinum* Waldst. et Kit. je specifičan za subalpski pojas (1600–2000 m) [7].

Juglans regia L. (Juglandaceae) široko je rasprostranjena listopadna vrsta drveća koja se uglavnom nalazi u umerenim zonama - obični orah. To je lekovita biljka koja se naširoko koristi u tradicionalnoj medicini za bolesti koje uključuju helmintijazu, dijareju, sinusitis, bol u trbuhu, artritis, astmu, ekcem, kožne poremećaje i razne endokrine bolesti kao što je dijabetes melitus, anoreksija, bolesti štitnjače [8].

Predstavnici vrste *Phlomis fruticosa* L. (Lamiaceae) su široko rasprostranjeni u Mediteranskom regionu, od Sardinije (Albanija, Krit, Grčka, Italija, primorski deo Crne Gore, Sardinija, Sicilija) do Azije (Anatolija, Turska). *P. fruticosa* se koristi kao sredstvo

protiv kašlja u Italiji, dok u Turskoj i Grčkoj ima tradicionalnu primenu za lečenje čira na želucu [9].

Salvia nemorosa L. (Lamiaceae), šumska žalfija, može se naći u celoj srednjoj Evropi i zapadnoj Aziji. Tradicionalno se koristi u mnogim zemljama za različite primene, poput zaustavljanja krvarenja i gastrointestinalnih poremećaja [10].

Seseli L. (Apiaceae) se koriste u narodnoj medicini kao biljni lekovi: uključujući lečenje prehlade, upale, bola kao i kao sredstvo protiv nadimanja. *Seseli gummiferum* Pall. ex Sm. prisutan je u istočnoj Evropi, u Egejskom regionu i na Krimu. *Seseli transcaucasicum* (Schischk.) Pimenov & Sdobnina je višegodišnja vrsta koja je nativna za region Turske i Irana [11].

Verbascum sinuatum L. (Scrophulariaceae) može se naći u južnoj Evropi, severnoj Africi i Iranu. Infuzije cvetova i listova korišćene su za lečenje respiratornih poremećaja i urinarnih infekcija te kao sredstva za zarastanje rana [6].

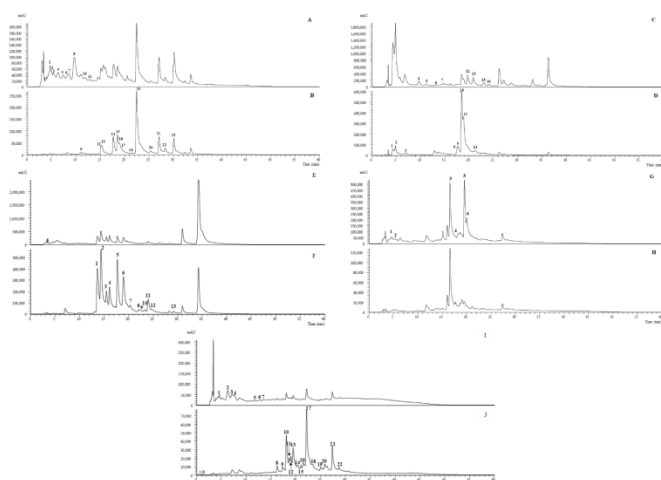
Hemijska karakterizacija ekstrakata

Pronađen je niz polifenolnih molekula u ekstraktima cvetova *A. scorodoprasum*. U ispitivanim ekstraktima pronađene su fenolne kiseline, flavonoidni aglikoni i glikozidi; flavonoidi su dominirali nad fenolnim kiselinama. Uopšteno, najdominantnija jedinjenja pronađena u ekstraktima bili su flavonoidi: rutin, kempferol, kempferol 3-O-glukozid i izoramnetin [3].

Identifikacija i kvantifikacija fenolnih jedinjenja prisutnih u metanolnom ekstraktu *A. cerefolium*, je pokazala prisustvo dvanaest jedinjenja; deset fenolnih kiselina (derivati kofeinske i ferulinske kiseline) i dva flavonoida (kempferol i apigenin O-glikozilovani derivat). Derivati kofeinske kiseline su nesumnjivo bila jedinjenja sa najvećom koncentracijom [4].

Polifenolni profil ekstrakta *Artemisia absinthium* pokazao je prisustvo 21 jedinjenja. Ispitivanjem masenih spektara otkriveno je sedam derivata fenolnih kiselina. Identifikovano je i osam jedinjenja iz grupe flavonoidnih glikozida i pet flavonoidnih aglikona [5].

Ilustrativni fenolni profili ekstrakata biljaka *Carpobrotus edulis*, *Genista tridentata*, *Verbascum sinuatum*, *Cytisus multiflorus* i *Calluna vulgaris*, snimljeni na 280 i 370 nm, prikazani su na **slici 1**. Sveukupno, osamdeset fenolnih sjedinjenja tentativno je identifikovano u pet biljaka: 39 O-glikozilovanih flavonoida, 16 fenolnih kiselina, 11 izoflavonoida, 6 C-glikozilovanih flavonoida, 4 flavan-3-ola, 2 iridoidna glikozida i 2 feniletanoidna glikozida [6].



Slika 1. Fenolni profili *C. vulgaris* (A,B), *G. tridentata* (C,D), *C. multiflorus* (E,F), *V. sinuatum* (G,H) i *C. edulis* (I,J) [6].

Analizu fenolnih profila *H. perforatum*, *H. alpinum* i *H. rocheii* omogućila je identifikaciju 25 jedinjenja. Kvantitativna distribucija identifikovanih jedinjenja u ekstraktima *H. perforatum*, *H. alpinum* i *H. rocheii* pokazala je da je među derivatima fenolnih kiselina, 3-*O*-kafeoilhininska kiselina jedina kvantifikovana u svim ekstraktima, u najvećoj koncentraciji u *H. alpinum*. Nadalje, 4-*O*-kafeoilhininska kiselina je pronađena samo u *H. alpinum*. Dimeri epikatehina identifikovani su isključivo u *H. alpinum*. Zanimljivo je da se derivati miricetina mogu pronaći samo u ekstraktima *H. rocheii*. S druge strane, derivati kvercetina pokazali su distribuciju u *H. perforatum* i *H. alpinum*, pri čemu su kvercetin-*O*-pentozid i kvercetin-*O*-deoksiheksozid jedini koji su se mogli kvantifikovati u ekstraktima *H. rocheii*. Mangiferin je pronađen u svim analiziranim uzorcima [7].

Petnaest jedinjenja detektirano je u *Juglans regia*, a dva od njih su klasifikovana kao fenolne kiseline. Prema rezultatima kvantitativne analize, najzastupljenija fenolna jedinjenja u hidroetanolnom ekstraktu listova *J. regia* bila su 3-*O*-kafeoilhininska kiselina, kvercetin *O*-pentozid, izomer taksifolin *O*-pentozida, kvercetin 3-*O*-glukozid i 3-*p*-kumaroilhininska kiselina [8].

U ekstraktu *Phlomis fruticosa* je pronađeno i kvantifikovano dvanaest fenolnih jedinjenja uključujući četiri fenolne kiseline (derivati hlorogene kiseline), pet fenilpropanoidnih glikozida i tri flavonoida (C-glikozilovani apigenin i *O*-glikozilovani derivati luteolina). U ovom ekstraktu fenolne kiseline su bile grupa fenolnih jedinjenja sa najvećom koncentracijom, zatim fenilpropanoidi, a u najmanjoj koncentraciji su nađeni flavonoidi [9].

Na temelju HPLC kvantifikacije, u ekstraktima *S. gummiferum* i *S. transcaucasicum* pronađeno je ukupno 18 jedinjenja. Dok je naringenin bio prisutan u *S. transcaucasicum*, nije ga bilo u ekstraktu *S. gummiferum*. Hlorogenska kiselina otkrivena je kao glavni sastojak *S. gummiferum*. S druge strane, utvrđeno je da je narcisin najzastupljeniji sastojak u metanolnom ekstraktu *S. transcaucasicum*, iako je hlorogenska kiselina takođe bila prisutna u velikim količinama [11].

Biološka aktivnost ekstrakata

Ekstrakt *A. scorodoprassum*, s najnižim MIK-om od 0,125 mg/mL na *Proteus vulgaris*, pokazao se kao ekstrakt s antibakterijskim delovanjem. Takođe ekstrakti cvetova su bili dobri antifungalni agensi s najboljim dejstvom na *Candida* (najniži MIK bio je 0,06 mg/mL na *C. albicans* i *C. tropicalis*). Ekstrakt je inhibirao formiranje biofilma *Staphylococcus lugdunensis* sa 70,59%. Ekstrakt je pokazao 100%-tni kapacitet zarastanja nakon 48h izlaganja na HaCaT ćelijskoj liniji. Takođe ekstrakti su pokazali i snažnu antioksidativnu aktivnost [3].

Kao najznačajni rezultat antimikrobnog delovanja, izdvaja se dejstvo *A. cerefolium* ekstrakta na meticilin-rezistentni soj *S. aureus*, kod koga je ekstrakt ispoljio najjaču antibakterijsku aktivnost (MIK= 1,25 mg/mL; MBK= 2,50 mg/mL). Inhibicija formiranja *S. aureus* biofilma je postignuta na sub-inhibitornim koncentracijama ekstrakta *A. cerefolium*. Testovima je pokazano da metanolni ekstrakt ove biljke poseduje aktivnost za neutralizaciju slobodnih radikala, redukcione sposobnosti i sposobnost heliranja jona metala, ispoljavajući tako značajnu antioksidativnu aktivnost. U slučaju ko-tretmana HaCaT ćelija sa bakterijom i ekstraktom ove biljke, dolazi do smanjenja nivoa IL-6 i IL-8, što ukazuje da testirani ekstrakti imaju anti-inflamatorni potencijal kod zapaljenskih procesa koji prate infekciju bakterijom *S. aureus* [4].

Široka upotreba *Artemisia absinthium* L. kao tradicionalnog leka za gastrointestinalne bolesti mogla bi se temeljiti na sposobnosti biljke da inhibira rast mikroorganizama čija je prisutnost povezana s gastrointestinalnim tegobama, kao što je pokazano [5].

Što se tiče bioaktivnih svojstava, hidroetanolni ekstrakti *C. edulis* i *G. tridentata* pokazali su značajna antioksidativna svojstva. S druge strane, infuzija *V. sinuatum* postigla je obećavajuće rezultate u citotoksičnim i antiinflamatornim testovima. Hidroetanolni ekstrakt *C. edulis* i *G. tridentata* pokazao je značajna antibakterijska, odnosno antifungalna svojstva [6].

H. perforatum, *H. alpinum* i *H. rochellii* pokazali su istovremeno obećavajuće antioksidativno i antibakterijsko delovanje, praćeno umerenim inhibicijskim potencijalom na glukozidazu i acetilkolinesterazu [7].

Ekstrakt *Juglans regia* pokazao je značajna antioksidativna, antiinflamatorna, fotostabilna i antibakterijska dejstva protiv kožnih patogena. Prikazana biološka svojstva i iyostanak toksičnosti u ćelijskoj liniji kože čine proučavani ekstrakt potencijalno prikladnim za inkorporiranje u kozmetičke formulacije za topikalnu primenu. Rezultati takođe pokazuju da je nakon inkorporacije ekstrakta u kozmetičku kremu, konačna formulacija pokazala izvrstan profil stabilnosti tokom vremena (30 dana) i pri različitim uslovima skladištenja, uz dodatnu funkcionalnost (antioksidativna aktivnost je održana) [8].

Analiza bioloških aktivnosti ekstrakta *P. fruticosa* otkrila je da je ekstrakt aktivan protiv različitih mikroba, uključujući rezistentne sojeve bakterija. Pokazalo se da ekstrakt inhibira proizvodnju stafiloksantina kod *S. aureus* i remeti integritet ćelijske membrane kod *C. albicans*. Konačno, ekstrakt nije pokazao citotoksičnost na primarnim humane ćelije, dok je antiproliferativno delovanje pokazao na tumorskim ćelijskim linijama [9].

Utvrđeno je da proučavani ekstrakti *Seseli* sp. poseduju višestruko ciljane farmakološke potencijale. Pokazali su antioksidativno delovanje i delovali kao inhibitori enzima koji imaju ključnu ulogu u patogenezi bolesti poput dijabetesa, Alzheimerove bolesti i hiperpigmentacije kože. Ekstrakti su pokazali inhibitorno i baktericidno delovanje na bakteriju *S. lugdunensis* [11].

Zaključci

Ova studija procenila je fenolni profil biljnih vrsta koje se koriste kao tradicionalni lekovi. Ispitivani ekstrakti ovih biljnih vrsta su pokazala značajna biološka dejstva uključujući antibakterijsko, antifungalno, enzim-inhibitorno, citotoksično i antinflamatorno delovanje. Potrebne su dalje studije za formulaciju preparata baziranih na ovim lekovitim biljkama, kao i klinička ispitivanja kako bi se utvrdila njihova efikasnost.

Literatura

1. Houghton, P. Ethnopharmacology of Medicinal Plants: Asia and the Pacific. *Br. J. Clin. Pharmacol.* **2007**, 64, 248.
2. Alamgir, A.N.M. Pharmacopoeia and Herbal Monograph, the Aim and Use of WHO's Herbal Monograph, WHO's Guide Lines for Herbal Monograph, Pharmacognostical

3. Dorđevski, N.; Uba, A.I.; Zengin, G.; Božunović, J.; Gašić, U.; Ristanović, E.; Ćirić, A.; Nikolić, B.; Stojković, D. Chemical and Biological Investigations of *Allium scorodoprasum* L. Flower Extracts. *Pharmaceuticals* **2023**, *16*, 21.
4. Stojković, D.; Drakulić, D.; Schwirtlich, M.; Rajčević, N.; Stevanović, M.; Soković, M.D.; Gašić, U. Extract of Herba *Anthrisci cerefolii*: Chemical Profiling and Insights into Its Anti-Glioblastoma and Antimicrobial Mechanism of Actions. *Pharmaceuticals* **2021**, *14*, 55.
5. Ivanov, M.; Gašić, U.; Stojković, D.; Kostić, M.; Mišić, D.; Soković, M. New Evidence for *Artemisia absinthium* L. Application in Gastrointestinal Ailments: Ethnopharmacology, Antimicrobial Capacity, Cytotoxicity, and Phenolic Profile. *Evidence-based Complement. Altern. Med.* **2021**, 2021.
6. Garcia-Oliveira, P.; Carreira-Casais, A.; Pereira, E.; Dias, M.I.; Pereira, C.; Calhelha, R.C.; Stojković, D.; Sokovic, M.; Simal-Gandara, J.; Prieto, M.A.; et al. From Tradition to Health: Chemical and Bioactive Characterization of Five Traditional Plants. **2022**, *27*, 6495.
7. Babotă, M.; Frumuzachi, O.; Mocan, A.; Tămaș, M.; Dias, M.I.; Pinela, J.; Stojković, D.; Soković, M.; Bădăraș, A.S.; Crișan, G.; et al. Unravelling Phytochemical and Bioactive Potential of Three *Hypericum* Species from Romanian Spontaneous Flora: *H. alpigenum*, *H. perforatum* and *H. rochelii*. *Plants* **2022**, *11*, 2773.
8. Besrour, N.; Oludemi, T.; Mandim, F.; Pereira, C.; Dias, M.I.; Soković, M.; Stojković, D.; Ferreira, O.; Ferreira, I.C.F.R.; Barros, L. Valorization of *Juglans regia* Leaves as Cosmeceutical Ingredients: Bioactivity Evaluation and Final Formulation Development. *Antioxidants* **2022**, *11*, 677.
9. Stojković, D.; Gašić, U.; Drakulić, D.; Zengin, G.; Stevanović, M.; Rajčević, N.; Soković, M. Chemical profiling, antimicrobial, anti-enzymatic, and cytotoxic properties of *Phlomis fruticosa* L. J. *Pharm. Biomed. Anal.* **2021**, *195*, 113884.
10. Ivanov, M.; Božunović, J.; Gašić, U.; Drakulić, D.; Stevanović, M.; Rajčević, N.; Stojković, D. Bioactivities of *Salvia nemorosa* L. inflorescences are influenced by the extraction solvents. *Ind. Crops Prod.* **2022**, *175*, 114260.
11. Zengin, G.; Stojković, D.; Mahomoodally, M.F.; Jugreet, B.S.; Paksoy, M.Y.; Ivanov, M.; Gašić, U.; Gallo, M.; Montesano, D. Comprehensive biological and chemical evaluation of two seseli species (*S. gummiferum* and *S. transcaucasicum*). *Antioxidants* **2021**, *10*, 1510.

FROM TRADITION TO HEALTH: CHEMICAL AND BIOACTIVE CHARACTERIZATION OF SELECTED TRADITIONAL PLANTS

Dejan Stojković

University of Belgrade - Institute for Biological Research "Sinisa Stankovic", National Institute of the Republic of Serbia, Bulevar Despota Stefana 142, 11000 Belgrade, Serbia
email: dejanbio@ibiss.bg.ac.rs

Summary

Many aromatic and medicinal plants contain a large number of bioactive components, primarily phenolic compounds, which have been linked to the bioactive effects of these plants, according to numerous scientific investigations. These compounds' anti-inflammatory, antioxidant, and antibacterial properties have sparked a lot of interest in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries, among others. Phenolic profiles of selected plants that have been used in numerous traditional preparations were studied: *Allium scorodoprassum*, *Anthriscus cerefolium*, *Artemisia absinthium*, *Calluna vulgaris*, *Carpobrotus edulis*, *Cytisus multiflorus*, *Genista tridentata*, *Hypericum alpigenum*, *H. perforatum*, *H. rochelii*, *Juglans regia*, *Phlomis fruticosa*, *Salvia nemorosa*, *Seseli gummiiferum*, *S. transcaucasicum*, *Verbascum sinuatum*. Additionally, in vitro experiments were used to assess the antioxidant, antibacterial, wound-healing, anti-inflammatory and cytotoxic efficacies of the selected plant extracts. Antioxidant activity was investigated by several different assays including TBARS, OxHLIA, DPPH, ABTS, CUPRAC, FRAP, metal chelating and phosphomolybdenum. Phenolic compounds, belonging to phenolic acids, flavonoids were identified as the most dominant constituents in investigated plant species. Furthermore, investigated extracts showed significant potency against food borne, human, animal, and plant pathogenic bacteria and fungi. Investigated extracts possessed antioxidant, wound-healing and anti-inflammatory activities as validated by several different assays. The study's findings increase understanding of phenolic profiles and also offer proof of the species' bioactive qualities, making them potentially very attractive candidates for study and use in a variety of fields, including food, cosmetics, and pharmaceuticals.

Keywords: Medicinal plants; phenolic compounds; biological activities; traditional remedy

***INTERAKCIJE BILJAKA I ABIOTIČKIH
STRESNIH FAKTORA***

UTVRĐIVANJE EKOLOŠKIH ODGOVORA *IRIS PUMILA* NA GLOBALNO ZAGREVANJE

Katarina Hočevar, Ana Vuleta, Sanja Manitašević Jovanović

Univerzitet u Beogradu – Institut za biološka Istraživanja “Siniša Stanković” – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Odeljenje za evoluciju biologiju, Beograd, katarina.hocevar@ibiss.bg.ac.rs

Uvod

Klimatski uslovi na planeti Zemlji ubrzano se menjaju i ove promene nesumnjivo utiču na biljne populacije (Franks i sar., 2013). Globalno zagrevanje, jedan od najštetnijih aspekata klimatskih promena, predstavlja trend povećanja prosečnih globalnih temperatura, prvenstveno zbog antropogenog povećanja emisije gasova sa efektom staklene bašte u atmosferi (Shaftel, 2022). Prosečna godišnja površinska temperatura Zemlje povećala se za 1,07 °C, u odnosu na preindustrijski period (IPCC, 2021). Procenjuje se da će se mnoge oblasti zagrejati više od globalnog proseka, da će se povećati broj i jačina toplotnih talasa kao i učestalost prirodnih katastrofa poput suša, poplava i oluja (Jagdish i sar., 2021, IPCC, 2021). Sa daljim porastom temperature tokom vegetacione sezone i većim temperaturnim fluktuacijama doći će do promena u fenologiji, fiziološkim performansama i produktivnosti biljaka koje uspeju da prežive promenjene uslove (Jagdish i sar., 2021). Antropogeno globalno zagrevanje je već proizvelo brojne negativne efekte na prirodne ekosisteme uključujući promene u osnovnim ekološkim procesima, izmene u funkcionisanju ekosistema, kao i smanjenje biodiverziteta i izumiranje vrsta (Catullo i sar., 2019). Klima se menjala kroz celu istoriju života na Zemlji i mnogi biljni organizmi su se, tokom svoje evolucione istorije, suočili i preživeli uslove u okruženjima drugačijim od onih u kojima su živeli njihovi preci (Scheiner i sar., 2019). Opstanak prirodnih populacija u izmenjenim sredinskim uslovima omogućavaju tri mehanizma koja se međusobno ne isključuju: migracije, adaptacije i fenotipska plastičnost (Nicotra i sar., 2010). Migriranje disperzijom semena do staništa sa povoljnijim uslovima je ograničenog prostornog dometa, a antropogene aktivnosti koje dovode do fragmentacije zemljišta kao i dug generacijski period vrste dodatno smanjuju efikasnost ovog mehanizma. Osim toga, migracije mogu izazvati gubitak sinhronizacije populacije sa drugim abiotičkim ili biotičkim faktorima (Scheiner i sar., 2019; Franks i sar., 2013). Adaptivna evolucija se može definisati kao evoluciona promena koja dovodi do

povećanja prosečne adaptivne vrednosti individue u populaciji u datoj sredini. Brza adaptivna evolucija na promenu životne sredine odvija se kod onih vrsta koje imaju kratak generacijski period i koje formiraju velike populacije sa visokim nivoom genetičkog variranja i protoka gena (Catullo i sar., 2019). Fenotipska plastičnost se može definisati kao sposobnost jednog genotipa da u različitim uslovima životne sredine formira različite fenotipove. Ona predstavlja izvor fenotipske varijabilnosti populacije, koja može da dovede do adaptivne divergencije, kao i do specijacije biljnih vrsta (Nicotra i sar., 2010). Ukoliko je stopa promena sredinskih uslova veća od stope evolucionih odgovora, fenotipska plastičnost će biti mehanizam koji će omogućiti brz odgovor na promenjene uslove (Scheiner i sar., 2019; Franks i sar., 2013). Najveći broj empirijskih dokaza ističe fenotipsku plastičnost kao dominantan način na koji se prirodne populacije biljaka suočavaju sa naglim porastom temperature u životnoj sredini (Scheiner i sar., 2019).

Funkcionalne osobine biljaka morfološko-fiziološko-fenološke karakteristike koje oblikuju performansu biljaka utičući na njihov rast, reprodukciju i preživljavanje, i nalaze se u osnovi odgovora biljnih zajednica na promene životne sredine (Violle i sar., 2007). Variranje u fenotipskoj ekspresiji funkcionalnih osobina se često koristi za utvrđivanje i predviđanje odgovora biljaka na promenu uslova životne sredine, kao što je globalno zagrevanje (Nicotra i sar., 2010).

Specifična površina lista, SLA (eng. Specific Leam Area) je projektovana površina lista po jedinici suve mase i predstavlja važnu funkcionalnu osobinu biljke. SLA dovodi u vezu proizvodnju suve materije sa povećanjem lisne površine i, na taj način, reflektuje strategije biljaka za korišćenje resursa životne sredine (Wilson i sar., 1999). SLA se menja sa intenzitetom svetlosti, temperaturom, kao i sa salinitetom i dostupnošću vode i hranljivih materija u zemljištu (Li i sar., 2005, Rosbakh i sar., 2015, Wilson i sar., 1999, Witkowski i Lamont, 1991). Osim toga, SLA se smatra osobinom lista koja objašnjava distribuciju vrsta duž različitih gradijenata životne sredine (Rosbakh i sar., 2015).

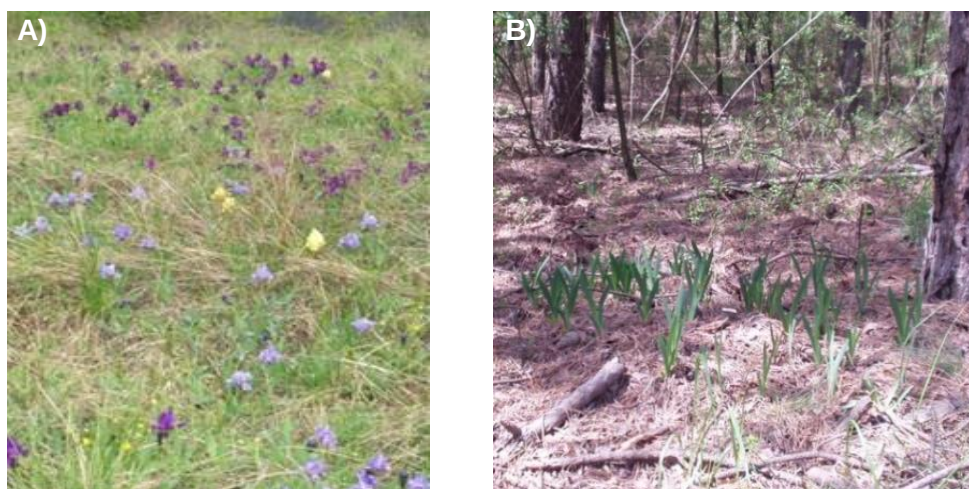
Da bismo proučili strategije rasta, preživljavanja i prilagođavanja biljaka na globalno zagrevanje, analizirali smo fenotipsku ekspresiju SLA u odgovoru biljne vrste *Iris pumila* na povećanje ambijentalne temperature.

Metod rada

Ispitivana vrsta

Patuljasta bradata perunika, *Iris pumila* L., je monokotiledona, višegodišnja, klonalna, entomofilna biljka iz porodice Iridaceae. Prirodna staništa ove vrste čine livadsko-stepski predeli centralne i jugoistočne Evrope, a u Srbiji je zastupljena u severnim i istočnim oblastima. Vrsta je naročito brojna u Deliblatskoj peščari, gde naseljava dva tipa staništa sa različitim intenzitetom i kvalitetom svetlosti (Slika 1.).

Dinske populacije *I. pumila* mogu se naći na otvorenim površinama, obraslim jednogodišnjim i višegodišnjim zeljastim biljkama i niskim žbunjem, a šumske populacije



Slika 1 Klonovi *Iris pumila* u prirodnom staništu. Izgled otvorenog dinskog staništa (A) i zasađenog šumskog staništa u Deliblatskoj peščari (B).

u delovima peščare koji su pošumljeni bagremom, belim i crnim borom. U prirodi, ova biljka formira klonove specifičnog kružnog oblika koji nastaju bočnim grananjem rizomskih segmenata u odnosu na roditeljski izdanak. Ramet, nova jedinica nastala vegetativnim putem, je u početku morfološki i fiziološki vezana za materinski klon, ali posle izvesnog vremena može prekinuti vezu sa biljkom od koje je nastala i nastaviti da postoji kao nezavisna, genetički identična biljka. Vrsta *I. pumila* se odlikuje izrazitim polimorfizmom boje cveta, koji je nastao segragacijom većeg broja genskih lokusa, pa se svaki od različitih cvetnih fenotipova u populaciji može smatrati za poseban klonalni genotip (Tucić i sar., 1989). U poređenju sa drugim vrstama roda *Iris*, *I. pumila* pokazuje visok nivo genetičke varijabilnosti (Tucić i sar., 1984).

Eksperimentalni dizajn

U ovom eksperimentu, korišćene su jedinke *I. pumila* dobijene iz rizoma klonalnih genotipova koji su poreklom iz dinske i šumske prirodne populacije Deliblatske peščare. Biljke su više godina gajene u eksperimentalnoj sobi za rast biljaka (Slika 2.) u Institutu za



Slika 2 Genotipovi *Iris pumila* u sobi za gajenje biljaka.

biološka istraživanja "Siniša Stanković", pri intenzitetu svetlosti od $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, fotoperiodu od 16 h i ambijentalnoj temperaturi od 23/19 °C (dan/noć). Biljke su zalivane jednom nedeljno i rotirane dva puta nedeljno kako bi se smanjio efekat položaja (korelacija genotip-sredina). Za potrebe eksperimenta, odabrano je 46 genotipova (23 iz populacije Dina i 23 iz populacije Šuma) u istoj fazi razvića, sa potpuno razvijenim najmlađim listom. Nakon višegodišnjeg rasta na ambijentalnoj temperaturi od 23/19 °C (dan/noć), koja je ovde označena kao kontrolna temperatura, TK, biljke su gajene na dva temperaturna tretmana:

T1 – ambijentalnoj temperaturi povišenoj za 1 °C (24/20 °C, dan/noć) i T2 – ambijentalnoj temperaturi povišenoj za 4°C (27/23 °C, dan/noć). Ovi temperaturni tretmani su odabrani tako da se uklapaju u niže i više projektovane režime zagrevanja koji se očekuju u toku ovog veka (IPCC, 2021).

Uzorkovanje i određivanje SLA

Postupak uzorkovanja potpuno razvijenog najmlađeg lista odabranih genotipova vršen je jednom na svakoj od tri temperature, počev od kontrolne. Nakon prvog uzorkovanja, ambijentalna temperatura je povećana za 1°C, a po završetku razvića novih listova, obavljeno je drugo uzorkovanje. Zatim je temperatura podignuta za još 3°C, a postupak uzorkovanja listova koji su se razvijali na novoj, povišenoj temperaturi, je ponovljen. Digitalni prikaz površine listova dobijen je individualnim skeniranjem svežih listova pomoću optičkog skenera (Epson perfection V600). Projektovane površine listova određene su pomoću programa ImageJ (Schneider, Rasband i Eliceiri, 2012). Listovi su potom sušeni na 60°C, do konstantne mase, i izmereni. SLA je izračunata kao količnik projektovane površine svežeg lista i njegove suve mase i izražena u $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ (Wilson i sar., 1999).

Statistička analiza

Sve statističke analize urađene su korišćenjem SAS statističkog softverskog paketa (SAS Institute, 2002). Za procenu osnovnih parametara deskriptivne statistike ispitivane osobine unutar svake populacije, za svaki temperaturni tretman, korišćena je PROC MEANS procedura. Merenje iste osobine (SLA) ponavljano je na svakoj jedinki kroz vreme, tako da su vrednosti uzastopnih merenja bile međusobno zavisne. Dinamika promene praćene osobine je određena korišćenjem analize varijanse sa ponovljenim merenjima (eng. Repeated ANOVA) (von Ende 2001). Ovaj model uključivao je sledeće izvore variranja: između subjekata (eng. between-subjects effect) – efekat populacije, unutar subjekta (eng. within-subject effect) – efekat temperature, kao i interakcija između populacije i temperature. Analiza profila testira tri hipoteze: o „nivou“, „paralelizmu“ i „jednoličnosti“ prosečne krive odgovora. Test „nivoa“ ispituje da li srednje vrednosti ispitivane osobine variraju u svakoj posmatranoj jedinici vremena, odnosno, da li se srednje vrednosti SLA dinske i šumske populacije razlikuju u svakom od posmatranih temperaturnih tretmana. Test „paralelizma“ ispituje da li su promene srednjih vrednosti ispitivane osobine iste kod svih posmatranih grupa tokom vremena, tj. da li je oblik krive odgovora SLA isti kroz tretmane za obe populacije. Test „jednoličnosti“ ispituje da li ima značajnih razlika u srednjim vrednostima merene osobine u odnosu na prosek tretmana tj. da li postoji variranje srednjih vrednosti SLA u okviru svake od populacija u posmatranim temperaturnim tretmanima. Obrazac odgovora na temperaturni tretman testiran je korišćenjem analize profila koja transformiše ponovljena merenja u set razlika (kontrasta) a zatim vrši jednovarijantne analize (ANOVA) na kontrastima (REPEATED/PROFILE opcija u SAS GLM proceduri). Kvantifikovanje plastičnosti pojedinačnih genotipova za SLA izvršeno je izračunavanjem indeksa plastičnosti PI (Valladares i sar. 2006):

$$PI = |X1 - X2| / (X1 + X2)$$

u kome su simbolima X1 i X2 označene vrednosti SLA istog genotipa u dva različita temepraturna tretmana. Određeni su sledeći indeksi plastičnosti: između kontrole i prvog tretmana (PI_{TKT1}), između prvog i drugog tretmana (PI_{TIT2}), kao i između kontrole i drugog tretmana (PI_{TKT2}). Za testiranje značajnosti razlika prosečnih vrednosti indeksa plastičnosti SLA između različitih populacija u istom temperaturnom tretmanu, korišćen je neparametarski Vilkoksonov test za dva uzorka (eng. Wilcoxon rank-sum test) (PROC NPAR1WAY procedura u SAS-u), dok je za ispitivanje značajnosti unutar-populacionih razlika pod različitim temperaturnim uslovima korišćen je neparametarski

Vilkoksonov test rangova (eng. Wilcoxon signed-rank test) (PROC UNIVARIATE procedura u SAS-u).

Rezultati rada i diskusija

Temperatura predstavlja jedan od najvažnijih abiotičkih faktora za žive organizme, jer utiče na sve biološke procese modifikujući osobine ćelijskih membrana, nivoa enzimske aktivnosti, brzinu odvijanja hemijskih reakcija, viskoznost ćelijskih tečnosti kao i brzinu difuzije različitih molekula (Zróbek-Sokolnik, 2012). Za razliku od homeotermnih životinja, biljke nemaju mehanizme koji im omogućavaju održavanje optimalne temperature u ćelijama i tkivu, zbog čega na njihov metabolizam, rast i razviće izuzetno utiču promene temperature spoljašnje sredine (Zróbek-Sokolnik, 2012). Antropogeno globalno zagrevanje je već dovelo do povećanja prosečne godišnje površinske temperature Zemlje za 1,07°C, u odnosu na preindustrijski period, a smatra se da će do 2100. godine taj porast biti od 1,8°C do 5,7°C (IPCC, 2021). Dakle, vrednosti temperature tokom vegetacione sezone kao i opseg temperaturnih fluktuacija će se povećati, što će nesumnjivo uticati na fenologiju, fiziološke performanse i produktivnost biljaka. Pored toga, očekuje se da će ove promene izazvati češće i destruktivnije toplotne talase koji će dovesti do smanjenja rasta, prinosa i mogućnosti za opstanak biljaka (Jagadish i sar., 2021). Thuiller i saradnici (2005) su projektovali distribuciju 1350 evropskih biljnih vrsta u odnosu na sedam scenarija klimatskih promena do kraja 21. veka i procenili da temperaturni efekti samostalno mogu dovesti do izumiranja čak do jedne trećine svih evropskih biljnih vrsta do 2080. godine.

SLA je lako merljiva, univerzalano primenljiva funkcionalna osobina za procenu odgovora jedne biljne vrste, zajednice ili čitavog ekosistema na promenu uslova životne sredine (Rosbakh i sar., 2015). Jedna je od najvažnijih i najčešće korišćenih funkcionalnih osobina biljke u ekološkim istraživanjima. Pozitivno je korelisana sa relativnim rastom biljke, RGR (eng. Relative Growth Rate) i maksimalnom stopom fotosinteze po jedinici površine (Atkin i sar., 2006, Rosbakh i sar., 2015). Na višim temperaturama, pozitivna korelisanost između SLA i RGR je visoka, dok je na nižim temperaturama ovaj odnos manje konzistentan (Atkin i sar., 2006). Vrednosti SLA odražavaju uslove životne sredine pod kojim biljka egzistira, što dokazuju promene u vrednostima SLA pod uticajem različitih faktora životne sredine kao što su suša, salinitet, intenzitet svetlosti, dostupnost nutrijenata, količina CO₂ (Li i sar., 2005, Rosbakh i sar., 2015, Wilson i sar., 1999, Witkowski i Lamont, 1991). U sredinama koje su bogate resursima, listovi sa većim SLA

su produktivniji, ali imaju kraću dužinu života i osetljiviji su na herbivore (Wilson i sar., 1999).

U našoj studiji, ispitivan je uticaj eksperimentalnog zagrevanja na fenotipsku ekspresiju SLA, u jedinkama *I. pumila* poreklom iz dve prirodne populacije koje naseljavaju staništa sa različitim svetlosnim uslovima: otvoreno dinsko i zasečeno šumsko. Dobijeni rezultati su pokazali da SLA raste sa porastom temperature. Listovi koji su se razvijali na temperaturama koje su bile za 1°C odnosno 4°C više od kontrolne temperature imali su značajno veće prosečne vrednosti SLA (Tabela 1.). Procentualno, ovaj porast se kretao u rasponu od 3% za tretman T1 do 8% za tretman T2. Pored toga, izmerene vrednosti SLA bile su, generalno, značajno veće u dinskim nego u šumskim genotipovima (od 14% za T1 do 17 % za T2 tretman).

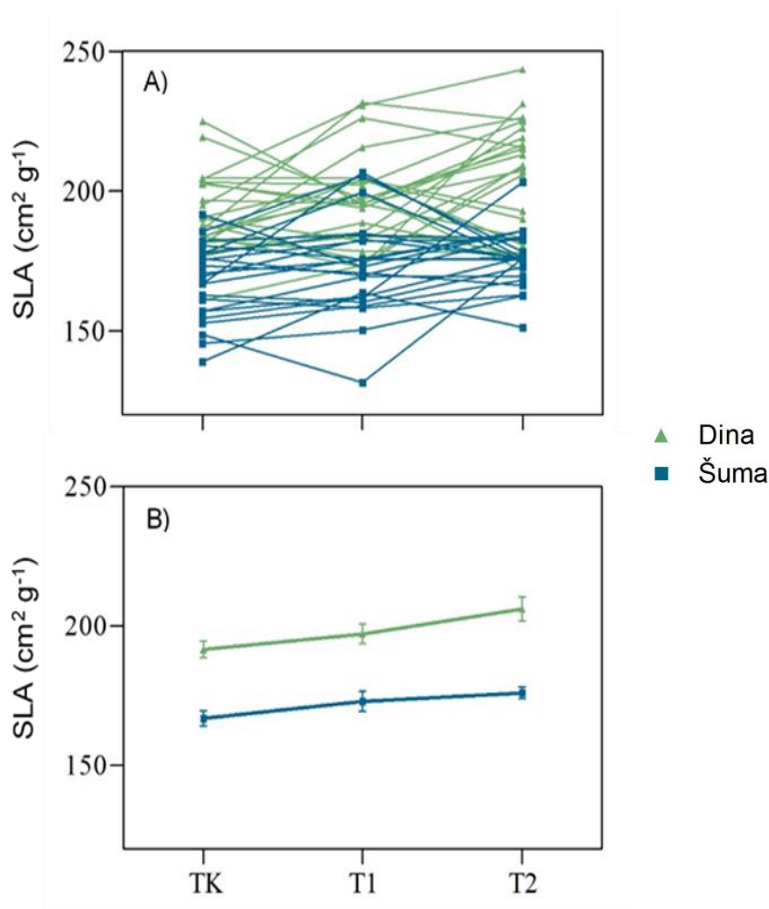
Za razliku od direktnog odnosa SLA sa RGR, odnos između SLA i temperature još uvek nije dovoljno istražen a postojeći rezultati nisu konzistentni (Rosbakh i sar., 2015). Pored studija u kojima veza između SLA i temperature nije uočena (Hovenden, 2001 i Henn i sar., 2018), brojne su studije koje potvrđuju postojanje ove korelacije, kako pozitivne tako i negativne.

Tabela 1. Veličina uzorka (n), srednja vrednost ($\bar{X}$), standradna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV%) za SLA ispoljenoj na tri temperature, kod biljaka *I. pumila* poreklom iz populacija Dina i Šuma. $\bar{X}$

Temperatura	Dina (n=23)			Šuma (n=23)		
	$\bar{X}$	SD	CV%	$\bar{X}$	SD	CV%
23/19 °C (TK)	191,6	14,3	7,45	166,9	13,5	8,08
24/20 °C (T1)	197,1	16,9	8,58	172,9	17,2	9,94
27/23 °C (T2)	206,1	20,2	9.81	176,0	10,4	5,91

Tako, npr., Loveys i saradnici (2002) su, analizirajući 16 brzo i spororastućih vrsta biljaka, pokazali da se vrednosti SLA menjaju sa temperaturom. Dodatno su, Atkin i saradnici (2006), zaključili da je ova promena specifična za biljnu vrstu i temperaturene uslove kojima su biljke izlagane, kao i da ne postoji sistemska razlika u plastičnosti SLA između vrsta koje brzo i sporo rastu. Rosbakh i saradnici (2015) su u svojoj studiji potvrdili da je, uprkos velikom intraspecifičnom variranju SLA, svega 14 % istraženih biljnih vrsta ispoljilo značajne promene ove osobine sa temperaturnim gradijentom. Istraživanja Sandel i saradnika (2021) na 22 vrste trava su pokazala da kod njih 18 SLA raste sa temperaturom, kao i da je kod višegodišnjih biljaka pozitivna korelacija SLA i srednje godišnje temperature jača.

U našem eksperimentu, *I. pumila* iz obe populacije su na povećanje temperature odgovorile povećanjem vrednosti SLA (Slika 3.). Norme reakcija pojedinačnih genotipova međusobno su se razlikovale. Većina njih je pokazivala porast SLA sa temperaturom, dok je kod tri genotipa iz populacije Dina i pet genotipova iz populacije Šuma bio uočljiv suprotan trend (Slika 3A.).



Slika 3 Norme reakcije pojedinačnih genotipova *I. pumila* poreklom iz dve populacije Dina i Šuma, utvrđene za vrednosti SLA na tri temperature (A) i njihove prosečne vrednosti sa standardnim greškama (B).

Prosečne norme reakcije su bile kose, što ukazuje na načelnu sposobnost ovih genotipova da reaguju na promenu ambijentalne temperature variranjem SLA, odnosno fenotipskom plastičnošću (Slika 3B.).

Statistički značajna *F*-vrednost za procenu efekta temperature (test jednoličnosti u analizi profila) ukazuje da se srednje vrednosti SLA menjaju (rastu) sa temperaturom ($P = 0,0002$) (Tabela 2). Iako se smatra se da je fenotipska plastičnost izazvana

temperaturom jedan od najvažnijih načina na koji biljke odgovaraju na globalno zagrevanje (Nicotra i sar., 2010, Scheiner i sar., 2019), funkcionalni odgovori i njihova uloga u određivanju termičke plastičnosti biljaka zahtevaju dodatno istraživanje (Thiébaud i sar., 2020).

Tabela 2. Analiza profila sa ponovljenim merenjima za vrednosti SLA na tri temperature, kod biljaka *I. pumila* poreklom iz populacija Dina i Šuma.

<i>Izvor variranja</i>	SLA (cm ² g ⁻¹)		
A) Između subjekata	df	F-vrednost	P > F
Populacija (P)	1	58,99	<,0001
Greška	44		
B) Unutar subjekata	df	F-vrednost	P > F
Tretman (T)	2	9,47	0,0002
P x T	2	0,73	0,4834
Greška	88		

Variranje u funkcionalnim osobinama biljaka odvija se kako unutar tako i između populacija kao posledica evolucione istorije, konteksta životne sredine, genetičkih ograničenja i fenotipske plastičnosti (Henn i sar., 2018). Jedinke unutar vrste mogu pokazati izraženo variranje funkcionalnih osobina koje može odražavati lokalnu adaptaciju ili aklimatizaciju populacije na specifičnu životnu sredinu i uslove u njoj (Sandel i sar., 2021).

Henn i saradnici (2018) su u svom istraživanju na 10 vrsta trava pokazali da variranje u SLA zavisi najviše od populacije (35%), a zatim i od familije (24%), životne sredine (20%), roda (10,5%) i vrste (10,5%). Naši rezultati takođe pokazuju značajno međupopulaciono variranje u SLA. Analiza profila sa ponovljenim merenjima pokazala je da postoji statistički značajan efekat unutar subjekata – populacija (test nivoa) što ukazuje da se vrednosti SLA razlikuju između populacija u okviru svakog temperaturnog tretmana ($P < ,0001$) (Tabela 2.). Test paralelizma, koji omogućava procenu efekta interakcije populacije i temperaturnog tretmana ukazuje da nema statistički značajne razlike ($P = 0,4834$) u obliku kriva SLA između alternativnih populacija, tj. obrazac variranja SLA tokom svih temperaturnih tretmana je sličan u obe populacije (Tabela 2.).

Tabela 3. Analiza varijanse na kontrastima prikazuje efekat temperature na SLA kod biljaka *I. pumila* poreklom iz populacija Dina i Šuma.

Izvor variranja	SLA (cm ² g ⁻¹)		
	df	F-vrednost	P > F
<i>Kontrast: TK – T1</i>			
Srednja vrednost	1	6,01	0,0183
Populacija	1	0,01	0,9086
Greška	44		
<i>Kontrast: T1 - T2</i>			
Srednja vrednost	1	4,17	0,0471
Populacija	1	1,00	0,3220
Greška	44		

Individualne analize varijanse na svakom od kontrasta su pokazale da je došlo do značajnog povećanja srednje vrednosti SLA sa temperaturom (TK - T1: $P = 0,0183$; T1 - T2: $P = 0,0471$), ali efekat populacije nije bio značajan ni za jedan od kontrasta (TK - T1: $P = 0,9086$; T1 - T2: $P = 0,3220$) (Tabela 3.).

U ekološkim istraživanjima veoma je značajan način kvantitativne procene veličine fenotipske promene izazvane sredinskim uslovima, jer od toga zavise ekološke i evolucione implikacije fenotipske plastičnosti (Valladares i sar, 2006). U ovoj studiji, koristili smo indeks plastičnosti PI po Valladares-u i saradnicima (2006). Vrednosti indeksa plastičnosti za SLA prikazane su u Tabeli 4.

Tabela 4. Prosečne vrednosti indeksa plastičnosti i koeficijenti varijacije (CV%) za SLA u genotipovima *I. pumila*, poreklom iz populacija Dina i Šuma, između parova različitih temperaturnih tretmana: kontrole i prvog (PI_{TKT1}); prvog i drugog (PI_{T1T2}); kontrole i drugog tretmana (PI_{TKT2}).

Populacija	PI _{TKT1}	CV%	PI _{T1T2}	CV%	PI _{TKT2}	CV%
Dina	0,037	75,7	0,048	68,8	0,055	72,7
Šuma	0,031	83,9	0,038	97,4	0,034	88,2

Najveći indeks plastičnosti utvrđen je kod biljaka poreklom iz dinske populacije i to u odgovoru na povećanje temperature za 4°C (PI_{TKT2}). Iako su indeksi plastičnosti uvek bili veći kod biljaka poreklom iz dinske populacije, nisu nađene statistički značajne razlike između populacija u indeksima plastičnosti u okviru istog temperaturnog tretmana. Takođe, u okviru svake od populacija nisu utvrđene razlike između različitih temperaturnih tretmana (sve vrednosti $P > 0,05$). Ovi rezultati ukazuju na to da između dinske i šumske populacije *I. pumila* ne postoji razlika u veličini fenotipske plastičnosti u

odgovoru na povišenu temperaturu, tj. da jedinke u obe populacije imaju istu širinu normi reakcija.

Zaključci

Ekperimentalno povećanje temperature dovelo je do plastičnog odgovora biljaka *I. pumila* u vidu značajnog povećanja vrednosti SLA. Obe populacije odgovorile su na isti način, ali sa značajno različitim nivoima odgovora. U okviru svakog od tretmana, biljke poreklom iz dinske populacije imale su veće vrednosti SLA u odnosu na biljke poreklom iz šumske populacije.

Prosečne vrednosti indeksa plastičnosti SLA nisu se značajno razlikovale kako između različitih populacija u istom temperaturnom tretmanu, tako i okviru iste populacije u različitim temperaturnim tretmanima.

Dobijeni rezultati sugerišu da *I. pumila* ima sposobnost da se odupre povećanju ambijentalne temperature plastičnim odgovorom SLA, kao i da nivo tog odgovora zavisi od tipa staništa iz kojih biljke potiču.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo projekta koji finansira Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, na osnovu Ugovora o realizaciji evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200007.

Literatura

- Atkin, O.K., Loveys, B.R., Atkinson, L.J. and Pons, T.L. (2005). Phenotypic plasticity and growth temperature: understanding interspecific variability. *Journal of Experimental Botany*, [online] 57(2), pp.267–281. doi:10.1093/jxb/erj029.
- Catullo, R., Llewelyn, J., Phillips, B., and Moritz, C. (2019). The Potential for Rapid Evolution under Anthropogenic Climate Change. *Current Biology*, 29(19), R996-R1007. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.028>
- Franks, S.J., Weber, J.J. and Aitken, S.N. (2013). Evolutionary and plastic responses to climate change in terrestrial plant populations. *Evolutionary Applications*, 7(1), pp.123–139. doi:10.1111/eva.12112.
- Henn, J.J., Buzzard, V., Enquist, B.J., Halbritter, A.H., Klanderud, K., Maitner, B.S., Michaletz, S.T., Pötsch, C., Seltzer, L., Telford, R.J., Yang, Y., Zhang, L. and Vandvik, V. (2018). Intraspecific Trait Variation and Phenotypic Plasticity Mediate Alpine Plant Species Response to Climate Change. *Frontiers in Plant Science*, 9. doi:10.3389/fpls.2018.01548.
- Hovenden, M.J. (2001). The influence of temperature and genotype on the growth and stomatal morphology of southern beech, *Nothofagus cunninghamii* (Nothofagaceae). *Australian Journal of Botany*, 49(4), p.427. doi:10.1071/bt01001.
- IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.
- Jagdish, S.V.K., Way, D.A. and Sharkey, T.D. (2021). Plant heat stress: Concepts directing future research. *Plant, Cell & Environment*, 44(7), pp.1992–2005. doi:10.1111/pce.14050.
- Li, Y., Johnson, D.A., Su, Y., Cui, J. and Zhang, T. (2005). Specific leaf area and leaf dry matter content of plants growing in sand dunes. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 46, pp.127–134. doi:10.7016/BBAS.200504.0127.
- Loveys, B.R., Scheurwater, I., Pons, T.L., Fitter, A.H. and Atkin, O.K. (2002). Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: an investigation using inherently fast- and slow-growing plant species. *Plant, Cell and Environment*, 25(8), pp.975–988. doi:10.1046/j.1365-3040.2002.00879.x.
- Nicotra, A.B., Atkin, O.K., Bonser, S.P., Davidson, A.M., Finnegan, E.J., Mathesius, U., Poot, P., Purugganan, M.D., Richards, C.L., Valladares, F. and van Kleunen, M. (2010). Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends in Plant Science*, 15(12), pp.684–692. doi:10.1016/j.tplants.2010.09.008.

- Rosbakh, S., Römermann, C. and Poschlod, P. (2015). Specific leaf area correlates with temperature: new evidence of trait variation at the population, species and community levels. *Alpine Botany*, 125(2), pp.79–86. doi:10.1007/s00035-015-0150-6.
- SAS Institute (2002) SAS/STAT Users Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Sandel, B., Pavelka, C., Hayashi, T., Charles, L., Funk, J., Halliday, F.W., Kandlikar, G.S., Kleinhesselink, A.R., Kraft, N.J.B., Larios, L., Madsen-McQueen, T. and Spasojevic, M.J. (2021). Predicting intraspecific trait variation among California's grasses. *Journal of Ecology*, 109(7), pp.2662–2677. doi:10.1111/1365-2745.13673.
- Shaftel, H. (2022). Overview: Weather, Global Warming and climate change (2022) NASA. <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>. Pristupljeno: 26.1. 2023.
- Scheiner, S.M., Barfield, M. and Holt, R.D. (2019). The genetics of phenotypic plasticity. XVII. Response to climate change. *Evolutionary Applications*, 13(2), pp.388–399. doi:10.1111/eva.12876.
- hiébaut, G., Tarayre, M., Jambon, O., Le Bris, N., Colinet, H. and Renault, D. (2020). Variation of thermal plasticity for functional traits between populations of an invasive aquatic plant from two climatic regions. *Hydrobiologia*, 848, pp.2077–2091. doi:10.1007/s10750-020-04452-2.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M.B., Sykes, M.T. and Prentice, I.C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), pp.8245–8250. doi:10.1073/pnas.0409902102.
- Tucić, B., Milojković, S., Tarasjev, A., Vijčić, S., Tucic, B., Milojkovic, S. and Vijcic, S. (1989). The Influence of Climatic Factors on Clonal Diversity in a Population of *Iris pumila*. *Oikos*, 56(1), p.115. doi:10.2307/3566094.
- Tucić, B., Rak-Šoltes, E. and Tucić, N. (1984) Isoenzyme variability in *Iris pumila* species. *Archive of Biological Science*, 36:1-12.
- Valladares, F., Sanchez-Gomez, D. and Zavala, M.A. (2006). Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. *Journal of Ecology*, 94(6), pp.1103–1116. doi:10.1111/j.1365-2745.2006.01176.x.
- Violle, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. and Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), pp.882–892. doi:10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x.
- von Ende CN (2001) Repeated-measures analysis: growth and other timedependent measures. In: *Design and Analysis of Ecological Experiments* (Scheiner SM, Gurevich J, eds), 134-157, Oxford University Press, New York, USA.
- Wilson, P.J., Thompson, K. and Hodgson, J.G. (1999). Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytologist*, 143(1), pp.155–162. doi:10.1046/j.1469-8137.1999.00427.x.

- Witkowski, E.T.F. and Lamont, B.B. (1991). Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia*, 88(4), pp.486–493. doi:10.1007/bf00317710.
- Żróbek-Sokolnik, A. (2012). Temperature Stress and Responses of Plants. In P. Ahmad & M. Prasad, *Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change*. Springer.

POTENCIJAL LINEARNE I GEOMETRIJSKE MORFOMETRIJE U BIOMONITORINGU – PRIMER ASIMETRIJE CVETA

Nataša Barišić Klisarić

*Odeljenje za evolucionu biologiju, Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković" - Institut
od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija
natasa@ibiss.bg.ac.rs*

Rezime

Svaka jedinka ima jedinstvenu sposobnost da očuva razvojnu preciznost tokom ontogeneze. Ova sposobnost se može proceniti pomoći razvojne nestabilnosti (RN), tj. slučajnih varijabilnosti simetričnih struktura organizma, koje su proizvod identičnog genotipa i identične, ili skoro identične, sredine u kojoj se razvijaju. Procena RN se može uraditi na dva načina, metodom linearne (tradicionalne) morfometrije (LM), ili, u novije vreme, geometrijske morfometrije (GM). Rezultati se predstavljaju različitim univarijantnim i multivarijantnim indeksima asimetrije.

Fenomen koji se zapravo meri je fluktuirajuća asimetrija (FA), prosečno odstupanje od simetrije, tj. razlika desne i leve strane simetrične strukture, čije vrednosti imaju normalnu raspodelu sa prosekom nula. Sredinski i genetički stres povećavaju FA i stoga i RN.

Jedan od glavnih problema u ovim analizama, i linearnim i geometrijskim, je taj što je sam biološki signal veoma slab. Razlike između strana su oko 1% od veličine osobine i srazmerne greški merenja. Da bi analiza bila validna, razlike između strana moraju biti značajno veće od razlika nastalih kao posledica greške.

LM se zasniva na merama linearnih dimenzija (dužina) ili uglova, dok GM procenjuje varijacije oblika. GM se zasniva na obeležavanju specifičnih (anatomskih) tačaka u 2D ili 3D prostoru, digitalizovanih kao XY ili XYZ koordinate. Prokrustova superimpozicija je metoda kojom se vrši skaliranje, translacija i rotacija konfiguracija dobijenih pozicioniranjem specifičnih tačaka, kako bi se izvukle samo informacije o obliku kao primarnom deskriptoru. Koordinate dobijene u ovom postupku nazivaju se Prokrustove koordinate.

GM bi trebalo da ima prednost u odnosu na LM jer uključuje istovremeno više osobina, tj. podrazumeva više specifičnih tačaka. Svaka analiza višestrukih osobina daje pouzdaniju procenu razvojnih procesa i RN od analize samo jedne osobine.

Biljke su sesilni organizmi na koje utiču različiti faktori životne sredine. Različite simetrije vegetativnih i reproduktivnih organa čine ih odličnim kandidatima za

biomonitoring primenom indeksa asimetrije. Većina studija do sada je proučavala vegetativne organe, ali procena RN cveta je takođe važna, jer seksualne osobine mogu biti posebno podložne uticaju stresa.

Cvetovi angiospermnih biljaka mogu biti: aktinomorfni (radijalna simetrija) i zigomorfni (bilateralna simetrija). Merenja leve i desne strane bilateralno simetrične strukture (fluktuirajuća asimetrija, FA), ili merenja homologih radijalno simetričnih struktura (radijalna asimetrija, RA), predstavljaju ponovljena merenja istog razvojnog procesa u uniformnim uslovima sredine.

Biomonitoring potencijal različitih indeksa asimetrije cveta proćavan je kod ugroćene vrste, *Iris pumila* (patuljasti bradati iris), gajene u dve kontrastne sredine. Specijalni rezervat prirode Deliblatska pešćara je proućavan kao nezagaćena, nativna, sredina, dok je za zagaćenu lokaciju odabrana saobraćajnica A1 kategorije, okrućena industrijskim objektima.

I radijalno i bilateralno simetrićne strukture cveta analizirane su na tri dela perijanta — folu, standardu i tućku — a indeksi asimetrije su izraćunati na osnovu LM i GM. Samo jedan indeks, RA dobijena pomoću GM, je bio znaćajno veći u zagaćenoj sredini, što ukazuje da asimetrija cveta, generalno, nije efikasna metoda za biomonitoring u slućaju *I. pumila*.

Literatura:

- Barišić Klisarić, N., Miljković, D., Avramov, S., Źivković, U., Tarasjev, A. 2014. Fluctuating asymmetry in *Robinia pseudoacacia* leaves—possible in situ biomarker? Environmental Science and Pollution Research 21(22): 12928-12940
- Barišić Klisarić, N., Miljković, D., Avramov, S., Źivković, U., Tarasjev, A. 2016. Developmental instability in German Iris flower as a potential biomonitoring method. Archives of Biological Sciences 68(4): 837-844
- Barišić Klisarić, N.; Miljković, D.; Avramov, S.; Źivković, U.; Tarasjev, A. 2019. Radial and bilateral fluctuating asymmetry of *Iris pumila* flowers as indicators of environmental stress. Symmetry 11: 818.

BIOMONITORING POTENTIAL OF LINEAR AND GEOMETRIC MORPHOMETRICS - FLOWER ASYMMETRY EXAMPLE

Nataša Barišić Klisarić

*Department of Evolutionary Biology, Institute for Biological Research "Siniša Stanković" -
National Institute of Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Serbia
natasa@ibiss.bg.ac.rs*

Summary

Every individual has the unique capability to preserve developmental precision during ontogeny. That capability could be estimated by developmental instability (DI), the random variation between sides in symmetrical structures of an organism, that are the result of the identical genotype and identical, or almost identical, environment in which they develop. DI estimation could be done in two ways, by methods of linear (traditional) morphometrics (LM), or more recently, geometric morphometrics (GM). The results are presented by different univariate and multivariate asymmetry indices.

The phenomenon that is actually measured is a fluctuating asymmetry (FA), calculated as the average unsigned deviation from symmetry, the difference between the right and left, where the variation is normally distributed about a mean of zero. Environmental and genetic stress appear to increase FA and therefore DI.

One of the main problems in these analyses, both linear and geometric, is that biological signal is very weak. Differences between the sides are around 1% of the trait size and approximate measurement error. For the analysis to be valid, the between-sides differences must be significantly greater than the between-sides differences as a consequence of the measurement error.

LM is based on measures of linear dimensions (distances) or angles, while GM estimates shape variation. GM is based on landmarks, specific points in 2D or 3D space, digitized as XY or XYZ coordinates. Procrustes superimposition, a method that performs scaling, translation, and rotation of the structures obtained by landmark positioning, extracts only shape information as a primary descriptor. The coordinates obtained in this procedure are called Procrustes coordinates.

Landmark analyses should have an advantage over conventional linear dimensions mostly because GM utilizes multiple traits because it contains multiple landmarks. Every multiple-trait analysis gives more reliable estimation of developmental processes and DI than a single-trait analysis.

Plants are sessile organisms influenced by different environmental factors. A variety of vegetative and reproductive organ symmetries make them excellent candidates for biomonitoring through the application of asymmetry indices. Most studies used vegetative organs, but estimation of DI in flowers is also important because sexual traits could be especially susceptible to the effects of environmental stresses.

Angiosperm flowers generally display two main symmetry types: actinomorphy (radial symmetry) and zygomorphy (bilateral symmetry). Measurements of the left and the right side of a bilaterally symmetrical structure (fluctuating asymmetry, FA), or measurements of homologous radially symmetrical structures (radial asymmetry, RA), both represent repeated measures of the same genetically identical developmental process under uniform environmental conditions.

The biomonitoring potential of different flower asymmetry indices was compared in an endangered species, *Iris pumila* (Dwarf bearded iris), growing in two contrasting sites. The Special nature reserve of Deliblato Sands was studied as the unpolluted, native, site, while the A1 category road with high traffic, surrounded by industrial facilities was selected as a polluted site.

Both radially and bilaterally symmetrical flower structures were analyzed on three perianth parts—falls, standards, and styles—and asymmetry indices were calculated based on LM and GM. Only one index, shape RA, was significantly higher in the polluted site, indicating that flower asymmetry, in general, was not an efficient method for biomonitoring for *I. pumila*.

UTICAJ ABIOTIČKOG STRESA NA RANO RAZVIĆE DRVENASTIH VRSTA

Golubović Ćurguz V. & Djunisijević Bojović D.

*Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu
arhitekturu i hortikulturu
vesna.curguz@sfb.bg.ac.rs*

Rezime

Biljke su u svim fazama razvića izložene različitim abiotičkim uticajima. Promenljivi uslovi u životnoj sredini koji su fiziološki neodgovarajući negativno utiču na stanje biljaka i uzrokuju njihove odgovore na abiotički stres. Najizraženiji faktori stresa su suša, ekstremne temperature, nedostatak hranljivih materija i svetlosti (Estravis-Barcala et al., 2020). Promene klimatskih uslova, pored mnogobrojnih ljudskih aktivnosti uticali su i na kvalitet supstrata uslovljavajući limitirajuće faktore za razvoj mnogih biljaka. U područjima gde se vrši eksploatacija mineralnih sirovina ove pojave su najizraženije.

U Srbiji je najzastupljenija eksploatacija lignita i obojenih metala na površinskim kopovima (Golubović Ćurguz et al., 2018). Neselektivno odlagana otkrivka (deposoli) ovih rudnika je veoma varijabilnih svojstava, što je osnovna karakteristika antropogeno degradiranih zemljišta nastalih površinskom eksploatacijom ruda (Dražić, 2002). Fizičko-hemijskom analizom uzoraka deposola u blizini rudnika za površinsku eksploataciju lignita (REIK Kolubara i Kostolac) i rudnika obojenih metala (Majdanpek i Rudnik) utvrđen je teksturni sastav - pripadaju peskovitim ilovačama. Sadržaj ukupnog humusa (0.86 do 0.97) i ukupnog azota na svim lokalitetima je izuzetno nizak (0.08 do 0.09). Analizirani deposoli su siromašni i u lako pristupačnim oblicima kalijuma i fosfora, nije evidentiran slobodni CaCO_3 , a izmerena pH vrednost veoma niska (2.00 do 2.80) što za posledicu ima slabu ili nikakvu zastupljenost biljaka na ovim lokalitetima. Rezultati mikrobiološke analize ovih uzoraka ukazuju na veoma slabu mikrobiološku aktivnost - slabo su zastupljene sve ispitivane grupe mikroorganizama, a prisustvo *Azotobacteria* nije uopšte konstetovano.

Uzorci sa površinskog kopa Drmno, rudnika u Kostolcu, sakupljeni su sa lokaliteta pošumljenog lišćarskim vrstama *Robinia pseudoacacia* i *Paulownia tomentosa* pa se neki od izmerenih parametara razlikuju (pH vrednost je veća od 8, a evidentiran je i slobodni CaCO_3 u rasponu od 3.14 do 4.94). Ovi nepovoljni ekološki uslovi uslovili su

prisustvo najotpornijih mikroorganizama na nepovoljne uslove – predstavnike pozitivnih bakterija, *Actinomycetes* i *Bacillus*.

U uzorcima deposola konstatovano je prisustvo teških metala (olova, kadmijuma i cinka) pa su u laboratorijskim uslovima postavljeni ogledi sa semenima lišćarskih (*Ulmus pumila*, *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*) i četinarskih vrsta (*Picea abies* i *Pinus sylvestris*) kako bi se analizirao uticaj ovih metala na klijanje semena. Napravljeni su vodeni rastvori nitrata Pb, Cd i Zn u tri različite koncentracije. Semena svih vrsta su posle površinske sterilizacije postavljena u pripremljene rastvore, a četvrta kontrolna grupa u posude gde je bila samo sterilna voda u istoj količini. Za seme vrsta *Ailanthus altissima* i *Acer negundo* pripremljene su koncentracije 25 µM, 50 µM i 100 µM (Samuilov et al., 2014), a za seme *Ulmus pumila* koncentracije 20 µM, 50 µM i 90 µM. Seme je tretirano odgovarajućom koncentracijom rastvora olova i kadmijum nitrata u trajanju od 72 sata (Đunisijević-Bojović, 2013). Za seme četinarskih vrsta su pripremljene koncentracije 3 ppm, 33 ppm i 100 ppm (Golubović-Ćurguz, 2008). Za analizu uticaja prisustva teških metala na rast sadnica na kraju vegetacije izmerene su morfometrijske vrednosti kvaliteta sadnica odgajanih u istim koncentracijama rastvora.

Prisustvo teških metala je različito uticalo na klijavost semena *Ulmus pumila*, *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Picea abies* i *Pinus sylvestris*. Ni jedna koncentracija nitrata olova ne utiče značajno na procenat klijavosti semena *Acer negundo*, *Ailanthus altissima* i *Ulmus pumila*. Razlike koje su evidentirane nisu bile značajne. Rani razvoj ovih biljaka nije signifikantno izmenjen u odnosu na kontrolne biljke.

Seme smrče i belog bora pokazalo je značajnu toleranciju na prisustvo svih metala. Seme i klijanci *P. abies* pokazali su značajnu toleranciju na prisustvo svih metala u većim koncentracijama.

Analiza parametara klijanja i ranog razvoja klijanaca ukazuje na izraženo toksično dejstvo kadmijuma.

Neophodan je nastavak posebno osmišljenih istraživanja koja omogućavaju integralni analizu reakcije biljaka (fiziološke, biohemijske i molekularne) na abiotičke stresove. Poznavanje interakcija između toksičnih teških metala i biljaka značajna je za odabir otpornih biljaka čijom sadnjom bi se postigla stabilnost ekosistema

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Dražić, D. (2002): Održivo korišćenje lignita u Kolubarskom basenu. II Međunarodna konferencija o upravljanju zaštitom u elektroprivredi. "Elektra II". Tara. Kniga radova, p. 91-95
- Estravis-Barcala, M., Mattera, M.G., Soliani, C., Bellora, N., Opgenoorth, L., Heer, K., Arana, M.V. (2020) Molecular bases of responses to abiotic stress in trees, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 71(13): 3765–3779
- Golubović-Ćurguz, V. (2008): Preživljavanje mikoriziranih sadnica smrče (*Picea abies* Karst L.) i belog bora (*Pinus sylvestris* L.) na deposolu Majdanpeka, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet, pp. 1-118
- Golubović-Ćurguz, V., Đunisijević Bojović, D., Đukić, M., Raičević, V. (2018): Seed germination and seedling growth of *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Pinus silvestris*, and *Picea abies* in elevated concentrations of Zn, Pb and Cd under laboratory conditions In: Zlatić M. Kostadinov S. (Eds.) *Soil and water resources protection in the changing environment. Advances in Geoecology* 45. CATENA VERLAG: 337–348. ISBN 978-3- 510-65418-5
- Đunisijević-Bojović, D. (2013): Efekti koncentracija olova i kadmijuma u zemljištu na razvoj drvenastih vrsta, Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu –Šumarski fakultet, Beograd
- Samuilov, S., Đunisijević Bojović D., Đukić M., Raković J. (2014): Uticaj povećanih koncentracija Zn na klijanje semena i rast sejanaca *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Glasnik Šumarskog fakulteta* 110:145-158 Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd

TOLERANTNOST NA SUŠU KLONOVA *SALIX* 'SW INGER', *SALIX* 'ESTER' I *SALIX* 'WILHELM' U ENERGETSKOM ZASADU PD RB „KOLUBARA“

Danijela Dunisijević-Bojović¹, Dragana Skočajić¹, Nataša Barišić Klisarić², Vladimir Popović¹

¹Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd

²Univerzitet u Beogradu – Institut za biološka istraživanja “Siniša Stanković”

danijela.djunisijevic-bojovic@sfb.bg.ac.rs

Rezime

Vrste i unutarvrstni taksoni roda *Salix* danas predstavljaju važan resurs za proizvodnju biomase kao obnovljivog izvora energije. Biološke i ekološke osobine vrba, kao što su vegetativno razmnožavanje iz zrelih reznica, brz rast, jaka izdanačka moć, tolerancija nutritivno siromašnih zemljišta i dr. su odredile ovaj rod kao veoma povoljan za korišćenje u energetskim zasadima (Kajba & Andrić, 2014, Stajić, 2016). Međutim, potrebe vrba za vodom su veoma velike, a preživljavanje i produkcija biomase su najčešće determinisani statusom vode na staništu (Jia et al., 2020). U energetskim zasadima resursi vode su često limitirani, a izloženost vodnom deficitu je sve češće zastupljena u dužim vremenskim intervalima tokom letnjih meseci. U ovakvim uslovima dolazi do promena biljnog metabolizma koje utiču na rast, razvoj i produktivnost. Zbog ovoga su važna istraživanja fizioloških i morfoloških odgovora, koji mogu da ukažu na tolerantnost genotipova vrba na vodni deficit i druge stresne faktore vezane za klimatske promene.

Za utvrđivanje statusa vode u biljnim tkivima postoji niz parametara, a relativni sadržaj vode u listovima (RWC) je jedan od najpogodnijih za istraživanje fizioloških posledica stresa suše. Za utvrđivanje efekata stresnih faktora najčešće se koriste parametri oksidativnog stresa, zatim koncentracija osmolita i fotosintetičkih pigmenata, oslobađanje elektrolita i fluorescencija hlorofila. Jedna od neinvazivnih metoda koje se koriste za praćenje i rano otkrivanje efekata stresnih faktora na biljke se zasniva na merenju fluorescencije hlorofila *a* (Djukic et al., 2014). U stresnim uslovima povećava se količina energije koja se emituje u vidu fluorescencije ili toplote, a manje svetlosne energije se koristi u procesu fotosinteze.

Sa ciljem utvrđivanja tolerancije na sušu analizirani su klonovi vrba: *Salix* 'SW Inger', *Salix* 'Ester' i *Salix* 'Wilhelm' (poreklo sadnog materijala: Svalöv, Sweden, European Willow Breeding AB) na oglednoj površini osnovanoj na poljoprivrednom zemljištu uz deposol PD RB „Kolubara“. Zasad kratke ophodnje (ZKO) je formiran na

niskoproduktivnom zemljištu na kome poljoprivredna proizvodnja nije rentabilna. Zasnivanje je imalo za cilj proizvodnju biomase i obezbeđivanje sirovine za dobijanje energije čime bi se površini dala nova proizvodna namena.

Analizirani su parametri fluorescencije hlorofila *a*, relativni sadržaj vode u listovima (RWC) i morfometrijski parametri. Aktivnost fotosistema II (PSII), na osnovu indikatora fotosintetičke efikasnosti Fv/Fm, koji predstavlja pouzdan i relevantan indikator stresa, ukazuje da je u datim uslovima aktivnost fotosistema II, klona 'Wilhelm' (0,55) najmanja, dok kod klona 'Ester' iznosi 0,76. U poređenju sa optimalnom vrednošću (0,83) koja odgovara aktivnosti fotosistema II, kada biljke nisu izložene stresu, klon 'Ester' pokazuje najbolje rezultate. Prema parametru RWC ukazuje da je status vode u listovima najnepovoljniji kod klona 'Wilhelm' i ukazuje na stres izazvan sušom. Analiza broja i prečnika izdanaka potvrđuje najveću osetljivost na sušu kod klona 'Wilhelm', gde su izmerene najmanje srednje vrednosti (1,42; 7,86 mm) dok se kod klona 'Ester' (2,22; 8,08 mm) i klona 'SW Inger' (1,46; 9,44 mm) uočavaju veće vrednosti ovih parametara.

Na osnovu analiziranih parametara klon 'Wilhelm' pokazuje najniži stepen adaptacije na stres izazvan sušom, dok klon 'Ester', prema vrednostima merenih parametara, pokazuje najviši stepen adaptacije. Procena adaptabilnosti genotipova vrba na osnovu ekofizioloških pokazatelja će biti od sve većeg značaja pri planiranju osnivanja energetske zasade u izmenjenim klimatskim uslovima.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana od Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Djukic M., Djunisijevic-Bojovic D., Pavlovic P., Mitrovic M., Grbic M., Skocajic D., Lukic S. (2014): Influence of Fe Nutrition on Photosynthesis in Pb Treated *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle Seedlings. Polish journal of environmental studies, 23 (5), 1565-1571.
- Đukić M., Đunisijević-Bojović D., Grbić M., Skočajić D., Marković M. (2014): Ecophysiological properties of white and Canadian poplar in habitats with various water regimes. Glasnik Šumarskog fakulteta, 110, 73-86.
- Jia, H., Wang L., Li J. et al. (2020): Physiological and metabolic responses of *Salix sinopurpurea* and *Salix suchowensis* to drought stress. Trees. 34, 563–577. <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01937-z>

- Kajba D., Andrić I. (2014): Selection of Willows (*Salix* sp.) for Biomass Production. SEEFOR 5 (2), 145–151.
- Stajić B. (2016): Energetski zasadi brzorastućih vrsta drveća u Srbiji: produkcija biomase, legislativa, tržište i uticaji na životnu sredinu- potencijali i ograničenja. Izveštaj. UNDP Srbija ISBN 978-86-7728-257-8

PRIMENA OPTIČKIH NEDESTRUKTIVNIH METODA ZA DETEKCIJU STRESA KOD BILJAKA

Katarina M. Miletić^{1*}, Bečko V. Kasalica¹, Marija M. Petković-Benazzouz¹, Dejan A. Jeremić²,
Danijela M. Đunisijević-Bojović³, Marijana Milutinović³, Slobodan D. Milanović^{3,4}.

1. Univerzitet u Beogradu – Fizički fakultet, Odsek za primenjenu fiziku, Beograd, 2. Univerzitet u Beogradu – Inovacioni centar Hemijskog fakulteta, Odsek za opštu i neorgansku hemiju, Beograd
3. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu, Beograd
4. Mendel University in Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno, Czech Republic
*e-mail: katarinamiletic@ff.bg.ac.rs

Rezime

Podaci o optičkim karakteristikama listova dobijeni spektrofotometrijskim metodama mogu da nam donesu korisne informacije o trenutnom stanju i zdravlju biljaka. U literaturi su već poznati sistemi koji se bave izučavanjem spektroskopskih karakteristika lista. Uz pomoć nove nedestruktivne optičke metode merenjem vrednosti optičke transmisije i optičke refleksije lista, indirektno se mogu dobiti vrednosti apsorpcije svetlosti lista biljke. Kako je opšte stanje biljke u direktnoj vezi sa fotosintetičkim procesima koji se odvijaju u listovima, navedena metoda na osnovu oblika funkcije cirkadijanskog ritma posmatranih biljaka, može da detektuje stres biljaka izazvan različitim izvorima stresa. Metoda je testirana na sledećim biljnim vrstama: *Ocimum basilicum* (biljke su gajene hidroponski); *Phaselolus vulgaris* i *Zea mays* (semena su rasla u komercijalnom humusu), *Guzmania lingulata*, *Vriesea carinata*, *Tillandsia brachycaulos*, *Ananas comosus*, *Kalanchoe daigremontiana*, *Capsicum annuum*, *Tillandsia xerographica*, *Carya illinoensis*, *Juglans ailantifolia* var. *cordiformis* (biljke su rasle u komercijalnom humusu). Pokazalo se da metoda može da ukaže na prisustvo različitih vrsta stresa, a to su potvrdili rezultati testova na: nutritivni stres, stres izazvan herbicidom, stres izazvan vodnim deficitom i stres izazvan jakim svetlom. Predstavljena metoda je prošla nekoliko faza verifikacije, a ideja je da se primeni na još veći spektar biljnih vrsta i da se uspostavi korelacija sa vrednostima drugih parametara dobijenim starim, tradicionalnim, destruktivnim metodama.

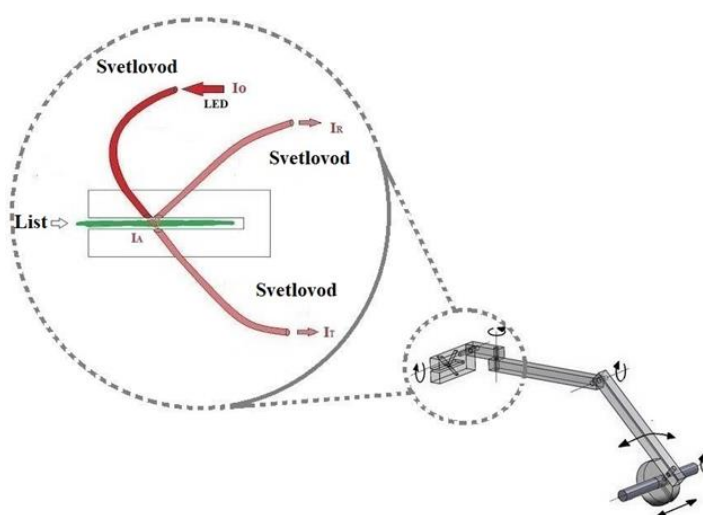
Uvod

Savremeni pristup gajenja biljaka podrazumeva neprekidno kontrolisanje mnogih parametara, koji utiču na njihovo stanje i zdravlje. Procena stresa biljke u ranoj fazi je važan faktor koji može da predvidi uspešnost gajenja neke biljne vrste [1]. Poznato je da je opšte stanje biljke u korelaciji sa intenzitetom svih fotosintetičkih procesa u njenim listovima [2]. Detekcija stresa biljaka može se povezati sa uticajem različitih stresnih faktora, kao što su vodni deficit, nutritivni, osmotski, radijacioni i temperaturni stres itd. Količina hlorofila, karotenoida i drugih fotosintetičkih pigmenata u listu dobar je pokazatelj fiziološkog statusa biljke i može ukazati na to da li je biljka izložena stresoru [3-6]. Merenjem spektralnih karakteristika listova, putem optičke transmisije listova biljaka, indirektno se dobija informacija o apsorpciji svetlosti koja je u direktnoj vezi sa fotosintetičkom aktivnošću biljaka. Ova informacija daje realan odraz trenutnog fiziološkog stanja posmatrane biljke. Poznato je da zelene biljke apsorbuju najviše svetlosti u plavoj i crvenoj oblasti spektra. Asorpcioni spektar hlorofila *a* odgovara talasnim dužinama 430 nm i 664 nm, dok je za hlorofil *b* maksimum na 460 nm i 647 nm [7]. Kako je u radu [8], dokazan koncept rada nove nedestruktivne optičke metode, pri kojoj se putem merenja vrednosti optičke transmisije lista prati stanje biljaka, pokazalo se da opisana metoda može da bude korišćena i kao detektor nutritivnog stresa biljaka pre vizuelnog zapažanja nedostatka ovih parametara [9]. U ovom radu biće predstavljeni zapisi cirkadijuskog ritma kada je biljka bila izložena nedostatku nekog nutritijenta, nedostatku svetlosti, tretmanu herbicidom, prezasićenošću svetla, kao i prikaz cirkadijuskog ritma biljke koja je rasla bez stresa.

Metod rada

Sistem za merenje

Sistem se sastoji od 20 identičnih segmenata pri čemu svaki od njih odgovara jednom mernom mestu na koji se postavlja uzorak – list biljke. Držač lista (slika 1.) napravljen je od providnog pleksiglasa i ima mogućnosti pomeranja u 6 stepeni slobode kako bi pratio prirodno pomeranje lista koji raste. U delu koji je predviđen za postavljanje lista napravljena su tri proreza za optička vlakna, konstruisana pod uglom od 45° stepeni u odnosu na ravan lista.



Slika 1. Šematski prikaz držača lista

Optička vlakna ili svetlovodi namenjeni su za obasjavanje lista LED-om (koji odgovara talasnoj dužini najveće apsorpcije hlorofila *a* 665 nm), prikupljanje reflektovane i prikupljanje propuštene svetlosti, respektivno. Jedan kraj svetlovoda postavljen je neposredno do lista, dok drugi kraj prenosi signal do odgovarajuće fotodiode. Iznad površine fotodiode postavljen je filter koji propušta svetlost samo određene talasne dužine (koja odgovara talasnoj dužini diode koja obasjava list, 665 nm). Uz pomoć sabirnog sočiva snop svetlosti fokusira što manju površinu (da ne dođe do rasipanja svetlosti). Fotodiode sa pratećom elektronikom i signalne (LED) postavljene su u kutiju koja je termostatisrana i izloloovna od spoljašnjih uticaja. Sa fotodioda šalje se signal na uređaj za merenje (I/O karticu) koja uz pomoć odgovarajuće elektronike, a na osnovu izmerenih parametara crta se grafik zavisnosti koeficijenta apsorpcije u vremenu (Cirkadijumski ritam). Na osnovu oblika funkcije snimljenog cirkadijumskog ritma biljke, dolazi se do zaključka o stanju biljke [10].

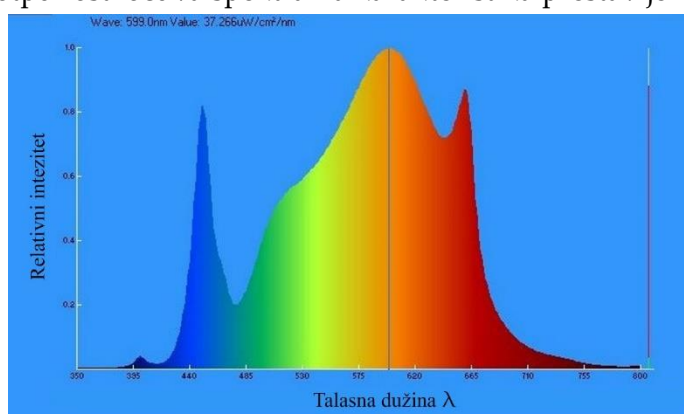
Kalibracija sistema

Kalibracija mernih mesta aparature podrazumeva poznavanje funkcionalne zavisnosti električnog signala sa fotodioda od inteziteta reflektovane i propuštene svetlosti sa lista. Kalibracija mernih mesta po vrednosti optičke transmisije vrši se pomoću etaloniranih neutralnih filtera, različite optičke gustine. Budući da je optičko vlakno koje prikuplja propuštenu svetlost sa lista postavljeno pod uglom od 45° , etaloniranje neutralnih filtera izvedeno je pod geometrijom od 45° , na kontrolnom spektrofotometru. Vrednost električnog signala sa fotodiode koja je uzeta kao 100% optičke transmisije, uzeta je u slučaju kada je nosač uzorka bio prazan, odnosno kada između LED-a i

svetlovoda za propuštenu svetlost nije imalo prepreka. Vrednosti optičke transmisije svetlosti snimljene su na kontrolnom spektrofotometru korišćenih neutralnih filtera poznate transparentije.

PPFD raspodela

Pre svake eksperimentalne postavke meri se PPFD (eng. Photosynthetic Photon Flux Density), odnosno gustina fotosintetičkog fotonskog fluksa na svim potencijalnim pozicijama biljaka kako bi se odredili precizni početni parametri jačine svetla za određenu biljnu vrstu. LED paneli sa mogućnošću podešavanja jačine osvetljenja osvetljenja postavljeni su kao izvor kontinualnog zračenja. Površina iznad panela dizajnirana je tako da se pomoću odgovarajućeg seta ventilatora odvodi toplota nastala usled rada ovih panela i time u potpunosti očuva spektralna karakteristika predstavljena na slici 2.



Slika 2. Spektar LED panela

Biljke korišćene u eksperimentu

Ocimum basilicum (biljke su gajene hidroponski); *Phaselolus vulgaris* i *Zea mays* (semena su rasla u komercijalnom humusu), *Guzmania lingulata*, *Vriesea carinata*, *Tillandsia brachycaulos*, *Ananas comosus*, *Kalanchoe daigremontiana*, *Capsicum annuum*, *Tillandsia xerographica*, *Carya illinoensis*, *Juglans ailantifolia* var. *Cordiformis*, *Geranium* sp. var. *Variegata* (biljke su rasle u komercijalnom humusu).

Biljke su rasle u zatvorenom prostoru sa konstantom regulacijom temperature (25/22°C), fotoperiodom (12/12 h) i vlažnošću vazduha od oko 70%.

Eksperimentalna postavka različitih vrsta stresa

1. Nutritivni stres

Za test nutritivnog stresa biljaka izabran je hidroponski gajen bosiljak (*Ocimum basilicum*). Biljke bosiljka dobijene su iz komercijalno dostupnog semena. Posle 4 nedelje rasta u potpunim rastvorima biljke su prenete u sudove zapremine 1 l (jedna biljka po sudu) i tada su smeštene na merna mesta opisanog mernog sistema. Biljke su podeljene u nekoliko grupa, tako što je u svakoj grupi isključen po jedan od esencijalnih elemenata iz hidroponskog rastvora, akontrolna grupa (C), rasla je u kompletno balansiranom hranljivom rastvoru. Na slici 4 je prikazana grupa u kojoj je izostavljen – azot [N].

Slika 3. Bosiljak u hidroponskoj kulturi



2. Svetlosni stres

Za detekciju svetlosnog stresa (nedostatak svetla) korišćen je *Phaseolus vulgaris* koji je gajen u komercijalnom humusu. Deset dana nakon klijanja, sa razvojem prvog para listova, uzorci su postavljene na snimanje. Biljke su uzgajane u mračnim uslovima (u odsustvu svetlosti).

3. Stres izazvan herbicidom

Za detekciju stresa izazvanim herbicidom korišćen je *Bryophyllum daigremontianum* koji je gajen u komercijalnom humusu. Za herbicid korišćen je Glifosav 480 Total i ubrzo nakon tretmana biljka je postavljena na snimanje.

4. Stres izazvan vodnim deficitom

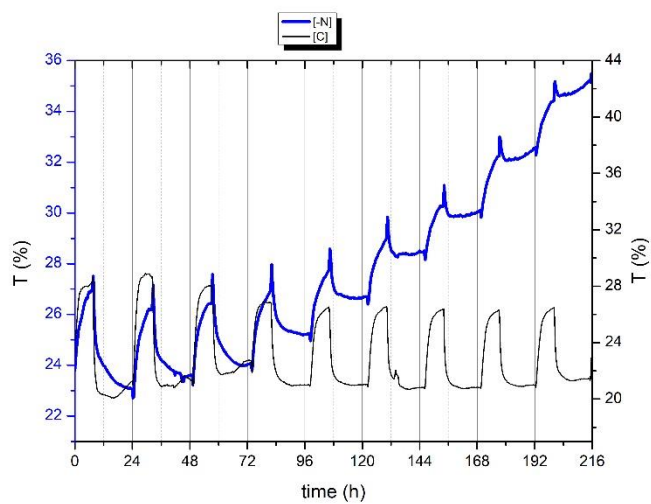
Za detekciju stresa koji je nastao usled nedostatka vode korišćena je *Vriesea carinata* koja je gajena u komercijalnom humusu. Budući da ova biljka pripada grupi biljaka koja u zavisnosti od dostupnosti vode može da menja tip metabolizma (eng. C3 i CAM), ideja je bila da se ovom metodom detektuje trenutak promene metabolizma. Biljka starosti nekoliko meseci prvo je postavljena na snimanje 12 dana bez zalivanja. Sutradan je biljka zalivena sa 200 ml vode.

5. Stres izazvan jakim svetlom

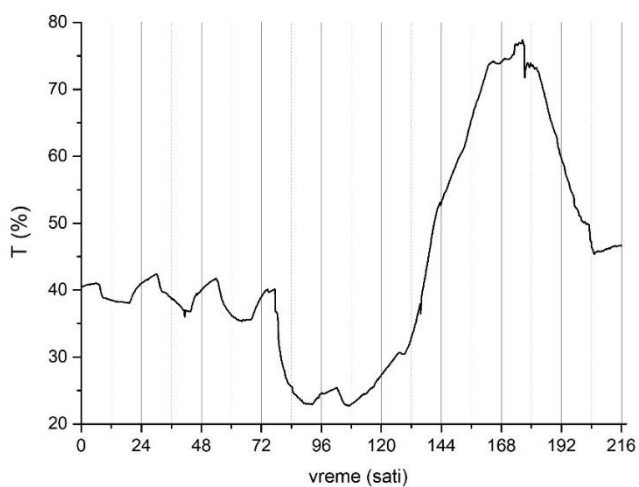
Za detekciju stresa koji je uočen usled preveliko jakog svetla korišćena je *Variegated geranium*, koja je gajena u komercijalnom humusu. Biljka starosti nekoliko godina je prvo 3 dana bila osvetljena svetlošću jačine PPFD = $(31 \pm 5) \mu\text{mol/s/m}^2$, a zatim je naredna tri dana tretirana svetlom jačine PPFD = $(350 \pm 60) \mu\text{mol/s/m}^2$.

Rezultati i diskusija rada

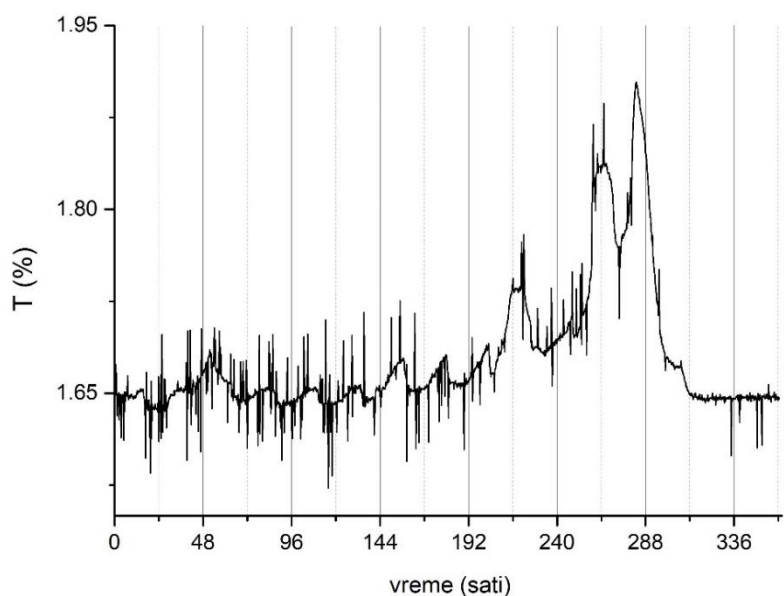
Rezultati pokazuju da različiti stresni faktori u značajnom stepenu modifikuju transmisiju propuštene svetlosti kroz list, talasne dužine 665 nm, a samim tim i zapis Cirkadijumskog ritma biljke (slike 4-8.). Kada je reč o ranoj detekciji nutritivnog stresa, dobijeni rezultati u vidu izmenjene funkcije cirkadijumskog ritma (slika 4.) nedvosmisleno pokazuju da je grupa biljaka koja je rasla pri nedostatku azota [N], bila pod nutritivnim stresom u odnosu na kontrolnu grupu [-C]. Grafici prikazani na slikama 5. i 6. prestankom cikličnosti cirkadijumskog ritma, takođe ukazuju na stres. Rezultati dobijeni usled tretmana vodnog deficita (slika 7.) pokazuju promene cirkadijumskog ritma u vidu porasta amplitude, kao i na suprotnu raspodelu cirkadijumskih minimuma i maksimuma vrednosti optičke transmisije, što pokazuje na prisustvo stresa. U momentu zalivanja, amplituda cirkadijumske funkcije se smanjuje, a ostali parametri se polako vraćaju u normalan cirkadijumski ritam (minimum vrednosti optičke transmisije detektuje se tokom dana, a maksimum tokom noći).



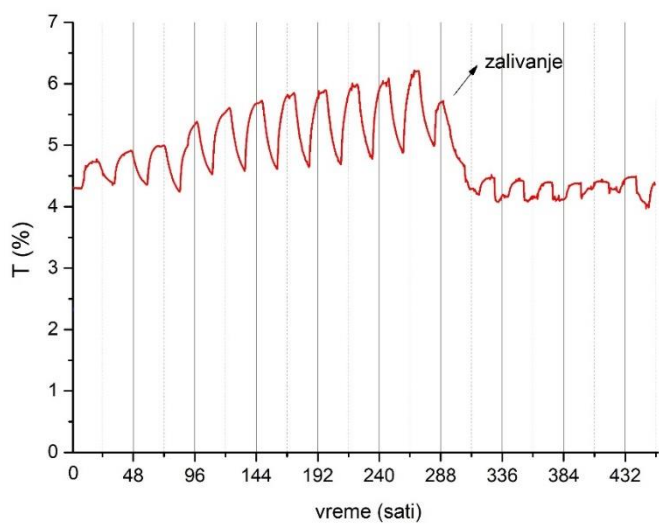
Slika 4. Grafik zavisnosti optičke transmisije *Ocimum basilicum* u vremenu za grupe: [-N] – plava boja, [-C] – crna boja (preuzeto iz rada [9])



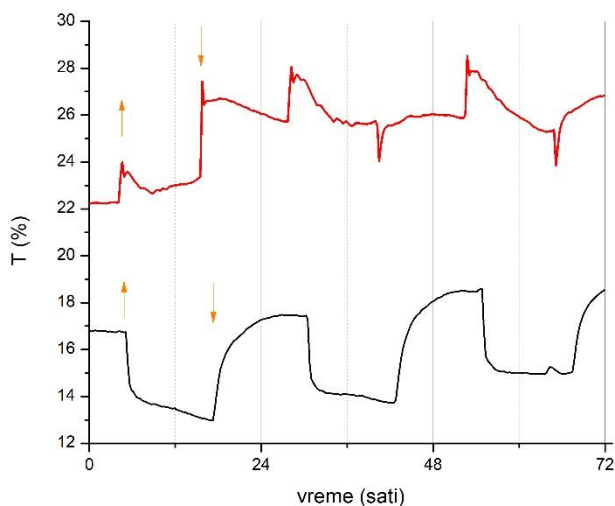
Slika 5. Grafik zavisnosti optičke transmisije *Phaselolus vulgaris* pri detekciji nedostatka svetla u vremenu



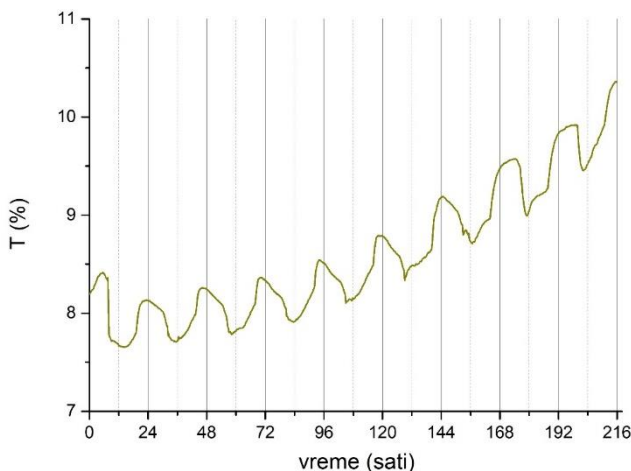
Slika 6. Grafik zavisnosti optičke transmisije *Kalanchoe daigremontiana* pri tretmanu herbicidom u vremenu



Slika 7. Grafik zavisnosti optičke transmisije *Vrisea carinata* u vremenu, pri zalivanju, nakon suše



Slika 8. Grafik zavisnosti optičke transmisije u vremenu biljke *Geranium* sp. var. *Variegata* pri različitoj jačini svetla (niža jačina svetlosti – crna linija, visoka jačina svetlosti – crvena linija, žute strelice – paljenje/gašenje osvetljenja)



Slika 9. Grafik zavisnosti optičke transmisije u vremenu *Zea mays*, rast pri normalnim uslovima

Grafik 8. pokazuje stres na jačinu svetla. U poređenju sa kontrolnom grupom koja je rasla u više od 10 puta slabijem osvetljenju, primećuje se pojava malih „pikova“ pri uključenju/isključenju svetla kao i nepravilnost zapisa cirkadijurnskog ritma. Pojava ovih spektralnih odgovora u odnosu na povećanje jačine svetla eksplicitno ukazuje na stres biljke. Na slici 9 je prikazan pravilan cirkadijurnski ritam biljke koja je rasla u normalnim uslovima. Primećuje se pravilna, neprekidna periodična kriva, dok blagi porast u vidu vrednosti optičke transmisije ukazuje na rast mlade biljke.

Zaključci

Prikazani rezultati pokazali su značajan potencijal nove nedestruktivne optičke metode za ranu detekciju stresa biljaka. U poređenju cirkadijurnim ritmovima biljaka koje su rasle u normalnim uslovima, tretirane biljke su kroz novu metodu pokazale modifikovane cirkadijalne ritmove, što nedvosmisleno ukazuje na prisutan stres. Početak uočenih promena, kada je reč o hidroponskom gajenju biljaka, dešava se mnogo pre nego što se stres biljaka može uočiti tradicionalnim metodama. Ovaj podatak omogućava ranu detekciju i prevenciju nedostatka nekog nutritijenta u hidroponskim uslovima gajenja. S druge strane, na ovaj način je moguće preciznije odrediti idealne uslove rasta neke biljne vrste kada je reč o jačini svetla.

Literatura

- Alewell, C., Ringeval, B., Ballabio, C. et al. Global phosphorus shortage will be aggravated by soil erosion. *Nat Commun* 11, 4546 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18326-7>
- Becko V. Kasalica, Katarina M. Miletic, Aneta D. Sabovljevic, Milorad M. Vujcic, Dejan A. Jeremic, Ivan D. Belca&Marija M. Petkovic-Benazzouz (2021). Nondestructive optical method for plant overall health evaluation, *ActaAgriculturaeScandinavica*, Section B — Soil & Plant Science. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1928740>
- Dawson, C.J. & Hilton, J. (2011). Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus. *Food Policy*, Elsevier, vol. 36 (Supplemen), pages 14-22, January.
- Katarina M. Miletic, Danijela M. Djunisijevic-Bojovic, Becko V. Kasalica, Marijana Milutinovic, Marija M. Petkovic-Benazzouz, Slobodan D. Milanovic, Ivan D. Belca, Mirjana Z. Sarvan & Dejan A. Jeremic (2022) Innovative optical method for sensing the nutritional stress in hydroponically cultivated plants, *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B — Soil & Plant Science, 72:1, 720-732, DOI: 10.1080/09064710.2022.2071761
- Katarina M. Miletic (2022). Primena nedestruktivnih optičkih metoda u proceni stanja i metabolizma biljaka. Doktorska disertacija. Fizički fakultet. Beograd.
- Knapp, Alan K., and Gregory A. Carter, 1998. Variability in Leaf Optical Properties among 26 Species from A Broad Range of Habitats. *American Journal of Botany* 85, no. 7, 940–46. <https://doi.org/10.2307/2446360>.
- Knapp AK, Carter GA. 1998. Variability in leaf optical properties among 26 species from a broad range of habitats. *Am J Bot.* 85(7):940–946. <https://doi.org/10.2307/2446360>.

- Shah SH, Houborg R, McCabe MF. 2017. Response of chlorophyll, carotenoid and SPAD-502 measurement to salinity and nutrient stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*. 7:61. DOI:10.3390/agronomy7030061.
- Syed Haleem Shah, Rasmus Houborg and Matthew F. McCabe. 2017. Response of Chlorophyll, Carotenoid and SPAD-502 Measurement to Salinity and Nutrient Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) *Agronomy*, 7, 61; doi: 10.3390/agronomy7030061
- Vance, C.P., Uhde-Stone, C. and Allan, D.L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157: 423-447. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x>

INVESTIGATING PLANT STRESS THROUGH NONDESTRUCTIVE OPTICAL METHODS

Katarina M. Miletić^{1}, Bečko V. Kasalica¹, Marija M. Petković-Benazzouz¹, Dejan A. Jeremić², Danijela M. Đunisićević-Bojović³, Marijana Milutinović³, Slobodan D. Milanović^{3,4}.*

1. *University of Belgrade – Faculty of Physics, Department for applied physics, Belgrade*
2. *University of Belgrade – Innovative centre of the faculty of chemistry, Department of General and Inorganic Chemistry, Belgrade*
3. *University of Belgrade – Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture and Horticulture, Belgrade*
4. *Mendel University in Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno, Czech Republic*
*e-mail: katarinamiletic@ff.bg.ac.rs

Summary

The measurement of leaf optical characteristics through spectrophotometric methods can provide valuable insights into the health and current state of plants. The examination of leaves' spectroscopic characteristics has been documented in previous literature. The utilization of a novel non-invasive optical method, which involves the collection of leaf optical transmission and reflection values, allows for the indirect determination of light absorption in plant leaves. Given that the overall state of the plant is closely linked to photosynthetic processes taking place within the leaves, this method, based on the circadian rhythm function observed in plants, can detect plant stress resulting from various stressors. The method was tested on various plant species, including *Ocimum basilicum* (hydroponically grown), *Phaseolus vulgaris* and *Zea mays* (seeds grown in commercial humus), *Guzmania lingulata*, *Vriesea carinata*, *Tillandsia*

brachycaulos, *Ananas comosus*, *Kalanchoe daigremontiana*, *Capsicum annuum*, *Tillandsia xerographica*, *Carya illinoensis*, and *Juglans ailantifolia* var. *cordiformis* (plants grown in commercial humus). The results showed the method's ability to detect different types of stress, including nutritional stress, herbicide-induced stress, water deficit-induced stress, and stress caused by intense light. The proposed method has undergone multiple validation phases and the aim is to apply it to a wider range of plant species and correlate the results with those obtained through traditional, destructive methods.

*DIZAJN I IZGRADNJA ZELENE
INFRASTRUKTURE U FUNKCIJI ZDRAVLJA
KORISNIKA*

KO OBLIKUJE ZDRAVE GRADOVE? PRILOG KRITIČKOM RAZMIŠLJANJU O PEJZAŽNOM OBLIKOVANJU GRADA BEOGRADA

Nevena Vasiljević, Sandra Mitrović

*Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet
nevena.vasiljevic@sfb.bg.ac.rs*

Rezime

S obzirom na projekciju Programa Ujedinjenih nacija za naselja (UN HABITAT, 2016) da će gradovi biti staništa u kojima će do 2050. godine živeti polovina svetske populacije, u ovom istraživanju se polazi od koncepta „zdravi grad“ koji je, kao refleksija na javno zdravlje, opisan kao „ono što mi kao društvo radimo kolektivno da bismo obezbedili uslove u kojima ljudi mogu biti zdravi“. U istraživanju se razmatra i koncept urbanog metabolizma, koji je „posuđen“ iz prirodnih nauka (biohemije i biologije), a prilagođen potrebama proučavanja i boljeg razumevanja funkcionisanja savremenih gradova u cilju održivog planiranja i oblikovanja gradova kao živih organizama. Poseban fokus istraživanja je na konceptu zelene infrastrukture (ZI), koji se sve više posmatra kao odraz društvene brige za čoveka, kao i na ulozi elemenata zelene infrastrukture u metabolizmu rezilijentnog grada koji treba da stvori uslove za zdrav život njegovih stanovnika. **Postavljaju se pitanja:** Kakvo pejzažno oblikovanje grada, tj. kakva kompozicija i konfiguracija elementa zelene infrastrukture u strukturi grada i kakva prostorna distribucija infrastrukturnih sistema obezbeđuje dobar metabolizam „zdravog grada“? Koji su indikatori matrice zdravih gradova? **Cilj rada** je da se prikaže mesto i uloga pejzažnih arhitekata u oblikovanju zdravih gradova, kao i da se prikaže kako se kroz proces obrazovanja studenti osposobljavaju za proces kolaborativnog planiranja predela. **Predmet rada** je oblikovanje dela urbanog predela Beograda koji predstavlja ostatak prirodnog jezgra grada koji obezbeđuje odgovarajuće predeone usluge ekosistema (kulturne, pružajuće i regulatorne). U radu će biti predstavljeni rezultati Geodizajn radionice „Rezilijentni Beograd“ koja je realizovana sa studentima osnovnih i master studija programa Pejzažna arhitektura.

Ključne reči: zdravi gradovi, urbani metabolizam, pejzažno oblikovanje gradova, Beograd, Geodizajn, rezilijentnost, transdisciplinarnost.

Uvod

U istraživanju se polazi od kvaliteta životne sredine u urbanim predelima čije stanje ukazuje da zagađenja prevazilaze njegove kapacitete. Pored toga što perspektive govore da će svetsko stanovništvo dominantno živeti u gradovima (do 2050. godine 70% urbane populacija, UN Habitat 2006), trenutna istraživanja pokazuju da je prostorna ekspanzija gradova četiri puta veća od populacione (Prokop et al., 2011). Savremenim prostornim razvojem gradova narušava se odnos između elemenata izgrađenog i prirodnog u urbanim predelima. Elementi prirode u strukturi urbanih predela bivaju zamenjeni fizički izgrađenim prostorima: smanjuje se stepen poroznosti zemljišta i konektivnost između elemenata prirode u gradu što predstavlja jedan od osnovnih indikatora kvaliteta životne sredine. Tako nastaju strukturno homogeni i funkcionalno dezintegrisani urbani predeli (Antrop, 2005) u kojima je životna sredina prekomerno opterećena i degradirana. Beograd je jedan od takvih gradova. U novom Generalnom planu Beograda (GUP 2041, Rani javni uvid) planirano je povećanje stepena izgrađenosti čak i u onim delovima koji predstavljaju ostatke prirodnog jezgra grada koji obezbeđuju, za funkcionisanje grada, neophodne predeone usluge ekosistema (kulturne, pružajuće i regulatorne). Neizgrađeni prostori (vodoizvorište grada Beograda, poljoprivredne površine kao i javne zelene površine u okviru otvorenih stambenih blokova Novog Beograda), izloženi su kontinuiranom pritisku stambene i infrastrukturne izgradnje.

U poslednje vreme se sve više održivost gradova i kvalitet životne sredine u njima istražuje kroz koncept urbanog metabolizma⁸. Realnu sliku metabolizma grada moguće je sagledati na nivou gradskog regiona koji obuhvata i rubnu zonu grada, zaleđe koje je pretežno ruralno s značajnom zastupljenošću elemenata prirode (Pistoni, Bonin, 2017). Ali, kada se govori o intervencijama u prostoru koje treba da reše probleme metaboličkih procesa u gradu, nivo gradskog regiona nije odgovarajući. Zato se analizom metaboličkih procesa na nivou regiona mapiraju *locus minoris* – „problematični“ delovi grada (nivo urbanističkih celina i blokova) na kojima se realizuju projekti koji treba da unaprede stanje (Pistoni, Bonin, 2017). Istraživanja pokazuju da u analizi urbanog metabolizma treba primeniti deduktivni pristup - razumevanjem celine aktivnosti treba usmeravati na pojedinačne delove, a realizacijom projekata na mikro nivou unaprediti celinu.

⁸ Pojam urbanog metabolizma prvi je upotrebio američki inženjer Abel Wolman u svom radu „The Metabolism of Cities“ (Wolman, 1965), kao odgovor na sve lošiji kvalitet vazduha i vodosnabdevanja u američkim gradovima. Pristupi objašnjavanju pojma su različiti, ali u definicijama većine autora postoji saglasnost da metabolizam grada obuhvata brojne procese, koji se manifestuju kroz tokove ili akumulaciju energije i materije na prostoru grada.

Funkcionisanje grada se sagledava i primenom koncepta rezilijentnosti⁹. Procena rezilijentnosti grada treba da pokaže sposobnost urbane strukture da se stalno menja i prilagođava promenama, a istovremeno da nastavi sa razvojem, zadržavajući svoj suštinski karakter: integritet, strukturu i funkciju. Na osnovu istraživanja kompozicije i konfiguracije strukture predela (poroznost matrice, diverzitet i konektivnost predeonih elemenata, dužina i tip ivice predeonog elementa) moguće je kvantifikovati rezilijentnost i pratiti metaboličke procese urbanog predela (protok materije i energije) (Vasiljević et al, 2018). U isto vreme, u procesu izrade planova predela, moguće je kvantitativno iskazati ostvarivanje postavljenih ciljeva.

Planerski metod Geodizajna omogućava da se procena stanja urbanog metabolizma i rezilijentnosti integriše u proces izrade planova i projekata. Geodizajn nije nov metod. Nastao je kao rezultat dugogodišnje prakse planiranja, implementacije i vrednovanja promena u izgrađenom i fizičkom okruženju, koji je unapređen savremenim alatima, digitalnim bazama podataka, softverskim alatima za predstavljanje i analizu podataka/informacija (AutoCAD, ArcGIS, BIM, itd.) i zato mu je bilo potrebno dati i novo ime (Ervin, 2011). Planerske aktivnosti koje se odvijaju u okviru Geodizajna prate promenu stanja predela na određenom geografskom području iz postojećeg u željeno stanje, uz pomoć savremenih računarskih, komunikacijskih i kolaborativnih tehnologija. To je metoda koja unapređuje tradicionalni pristup planiranja i uređivanja predela jer omogućava transdisciplinarni pristup uz stalnu argumentaciju različitih stavova, procenu uticaja i usmeravanje prostornog razvoja ključnim disciplinama kao što su poljoprivreda, infrastruktura, industrija i trgovina, javne službe i stanovanje (Steinitz, 2012; Goodchild, 2010; Dabović, 2020). Geodizajn je i deo obrazovnog procesa u mnogim školama pejzažne arhitekture koji se koristi kao istraživački i profesionalni instrument sa izgrađenim ekološkim pristupima u osmišljavanju budućeg prostornog razvoja. Na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, u okviru Laboratorije za predeo, sprovedena je eksperimentalna radionica Geodizajna, u vidu manjeg studija u kom je bilo uključeno 12 studenata koji pohađaju program osnovnih i master studija Pejzažna arhitektura (8 studenata osnovnih studija i 4 studenta master studija). Sprovedeno je istraživanje urbanog metabolizma i procene rezilijentnosti prirodnog jezgra grada Beograda, a posebno je istraživana uža zona naselja Železnik koja je, nakon mapiranja

⁹ Izvorno, teorija rezilijentnosti je ekološka teorija koju je prvi put predstavio kanadski ekolog Buzz Holling 1973. godine. Teorija rezilijentnosti je zasnovana na dva radikalna koncepta; u prvom, ne postoje prirodni sistemi bez ljudi, niti društveni sistemi bez prirode; drugi, prihvaćeni model po kom se sistemi menjaju na linearan i predvidiv način je pogrešan (Vasiljević, 2018).

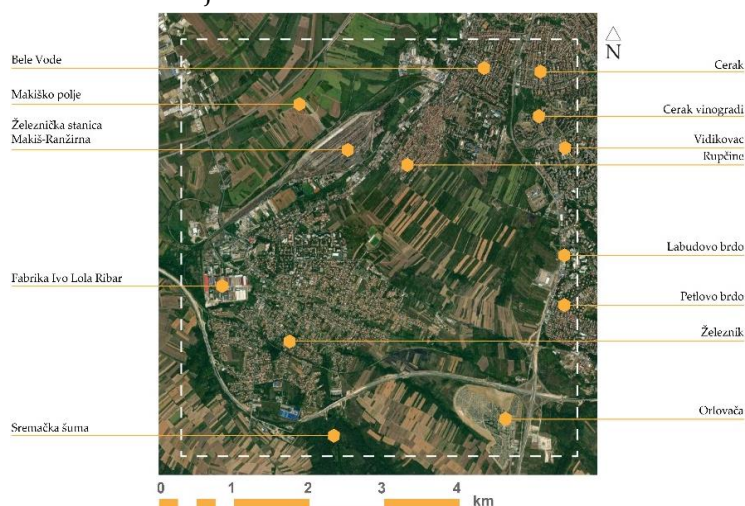
locus minors, postala prostor za detaljnu razradu. Učesnici u radionici su tražili odgovore iz na pitanje: *kojim inovacijama je moguće unaprediti metaboličke procese u gradu i kojim prostornim indikatorima je moguće iskazati stepen razilijentnosti strukture predela u različitim scenarijima?*

Materijal i metod rada

Područje istraživanja

Područje istraživanja je sagledano kroz širu zonu prirodnog jezgra Grada Beograda i kroz užu zonu naselja Železnik. U ovom radu će biti predstavljena uža zona istraživanja koja se prostire na teritoriji prigradskog naselja Železnik, koje je centralno pozicionirano na teritoriji gradske Opštine Čukarica, Beograd. Opština Čukarica se nalazi na desnoj obali Save, na području Makiškog polja i brdovitog terena Šumadijskog rta koji zajedno formiraju prostran amfiteatar.

Naselje Železnik je u ranijim prostornim i urbanističkim planovima razvijano kao samostalno, funkcionalno naselje na širem području grada Beograda uz postojeće naselje seoskog tipa (Prema GUPu 2003-2021), a danas predstavlja kompaktno urbano tkivo koje ima tendenciju da se širi i razvija.



Slika 1. Istražvano područje/granice

Uža zona istraživanja se graniči sa prigradskim naseljima Ostružnica, Sremčica, Rušanj i Resnik na jugu, Makiško polje, Rupčine, Bele Vode na zapadu, Cerak vinogradi, Vidikovac, Labudovo brdo na severu, Petlovo brdo i Orlovača na istoku (Slika 1). Granicom uže razrade obuhvaćeno je **oko 2802.45ha** na kojoj se prostiru

Obradive površine na desnoj obali reke Save-Makiškom (uža i šira granica zaštite Savskog vodoizvorišta), obradive površine između naselja Rupčine, Bele Vode, Cerak vinogradi, Vidikovac, Labudovo brdo, Petlovo brdo i naselje Železnik, kao i poljoprivredne površine u neposrednoj blizini obilaznice kod Železnika;

Kompleks železničke stanice Makiš – Ranžirna stanica, industrijski kompleks "Ivo Lola Ribar", komunalno postrojenje "Bele Vode" i naučni institut južno od Žarkova – Vojnotehnički institut;

saobraćajni pravci su obilazni auto-put na delu od Ibarske magistrale na istoku do Savske magistrale na zapadu, kao i ulica Stevana Filipovića koja vodi prema naselju Sremčica na jugu;

U okviru istraživanog područja nalazi se zaštićeno stambeno naselje "Cerak vinogradi", kao "urbanistička celina epohe moderne arhitekture", dok je "Radničko naselje" u Železniku definisano kao trajno dobro "celina epohe moderne arhitekture" u režimu delimične zaštite (GUP 2003-2021).

Na području Savske terase/Makiškog polja nema šuma i živica, ali se javljaju manje grupacije zeljaste vegetacije-zelenila. Karta okoline Beograda iz 1789. godine i karta Beograda iz 1895. dokumentuju postepenu konverziju šumskog u obradivo zemljište na Makiškom polju koje se postepeno isušivalo, a danas je prisutan trend konverzije poljoprivrednog u građevinsko zemljište.

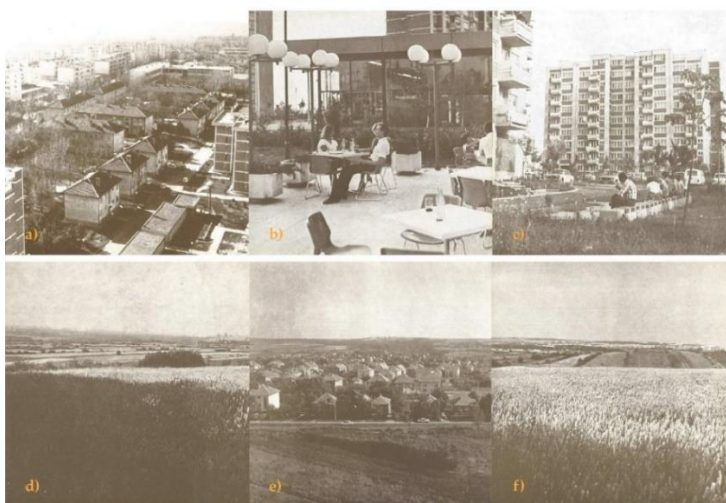
Istorijat

Naselje Železnik se prvi put pominje u turskom katastarskom popisu Beograda i okoline 1476 - 78. godine, gde je zabeleženo 105 domova srpskog, hrišćanskog stanovništva. U periodu između dva svetska rata Železnik prati rast Beograda i već u tom periodu počinje da gubi karakter ruralnog naselja. Nakon drugog svetskog rata, zamajac industrijskog razvoja i izgradnja fabrike mašina "Ivo Lola Ribar" u Železniku značajno menja socijalnu i fizičku strukturu naselja pretvarajući ga u prigradsko naselje satelitskog tipa (UB61, 1981 – Urbanistički časopis, 1981). Stambene objekti su dominantne zidne mase koje se odlikuju: simetrijom, jednostavnom zapreminom, smanjenom ili uklonjenom zidnom plastikom, četvorovodnim krovovima sa isturenim strehama i naglašenim ulazom (Ljiljana S. Đukanović, 2015). U funkcionalnom smislu, stambeni objekti su građeni sa minimalnim normativima, niskim uslovima komfora što je bilo posledica siromaštva posleratnog društva – *posleratna socrealistička arhitektura*. Profesorka Ljiljana Blagojević (2007: 139-140) navodi da je ovakva vrsta arhitekture vrlo često kritikovana u

stručnoj javnosti zbog ujednačenosti i odsustva identiteta kako u urbanističkom tako i u arhitektonskom pogledu (Slika 2).

Osamdesetih godina dvadesetog veka, veći deo stanovništva naselja Železnik gravitirao je oko tri zone rada – industrija mašina "Ivo Lola Ribar", Preduzeću vodovod "Bele Vode" i poljoprivredna proizvodnja na zemljištu koja okružuje naselje. Naselje Železnik u tom periodu pripada tipu poluzbijenog naselja sa kućama grupisanim u centru i razbijenim ka periferiji, karakteriše se manjim stepenom izgrađenosti, a spratnost objekata nije prelazila 3 sprata. Uočljiva je mreža nepravilno postavljenih regulacija i parcelacija krupnih katastarskih parcela koje su karakteristične za naselja ruralnog tipa (UB61, 1981 – Urbanistički časopis, 1981).

Danas je urbana forma Železnika forma zbijenog naselja koje se formira duž glavnih saobraćajnica.

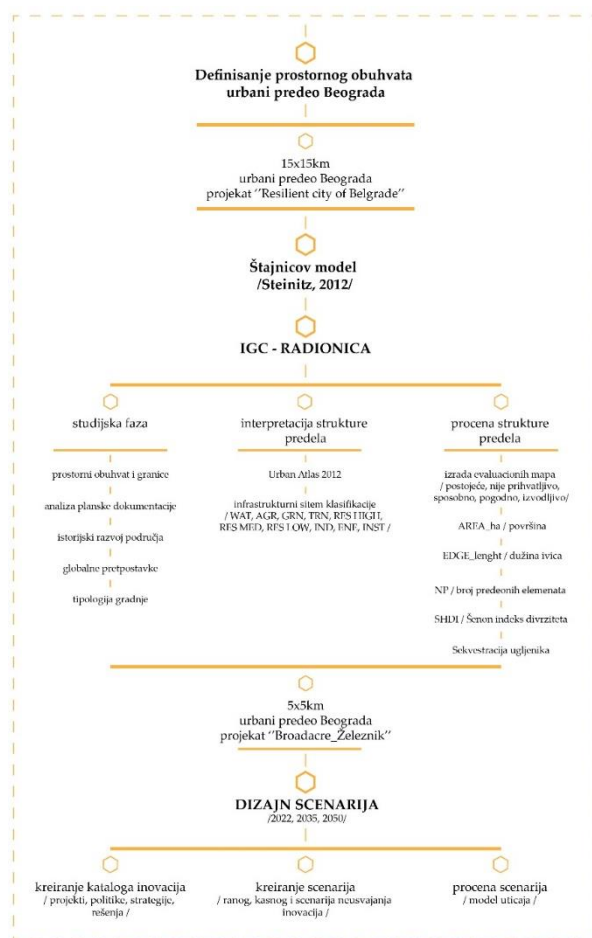


Slika 2. Železnik a) b) c) modernistički blokovi Železnika; d) obradive površine; e) f) obradive površine. (UB61, 1981 – Urbanistički časopis, 1981)

Metodologija

Metodologija koja je primenjena u istraživanju pripada grupi planerskih metoda tj. Štajnicov metod planiranja predela (Carl Sreinitz, 2012). Interpretacija strukture predela/reprezentativni model je usklađen s nomenklaturom Međunarodne Geodizajn Kooperacije (IGC – International Geodesign Colaboration) u kom se obrazac predela posmatra kroz osam osnovnih sistema, kao elemenata, na osnovu kojih se analizira i predstavlja stanje strukture predela (hidrografska, poljoprivredna, zelena, energetska,

saobraćajna infrastruktura, industrija i komercijala, institucije i mešovito stanovanje) (Slika 3).



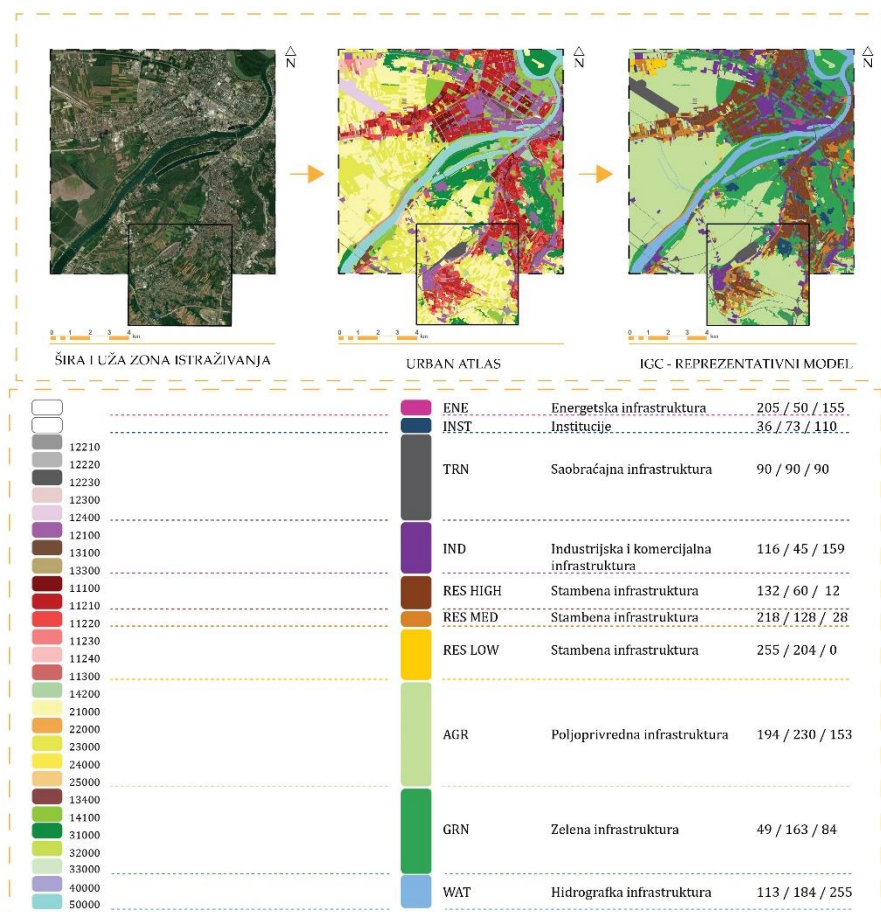
Slika 3. Šema metode istraživanja/IGC Radionica „Rezlijentni Beograd“

Prateći sistem koraka metode Geodizajna, kreirano je šest scenarija za tri vremenska horizonta (2022, 2035, 2050). U procesu izrade su primenjene inovacije u okviru 10 podsistema, kroz tri iteracije korišćenjem GIS alata i Geodesign Huba. Poslednji, „crni scenario“ predstavlja namenu prostora koju predviđa GUP 2041 za grad Beograd. Rešenja su istraživana u okvirima sistemskih inovacija koji su pripremile istraživačke grupe iz Međunarodne Geodizajn Kolaboracije (IGC) (<https://www-igcollab.hub.arcgis.com/pages/workflow>).

Inovacije se prikazuju u vidu odgovarajućih planskih i projektnih rešenja, strategija za globalne i lokalne probleme sa kojima se suočava određeno područje. S obzirom da je, u skladu s iskustvima primene koncepta metabolizma grada, scenario bio

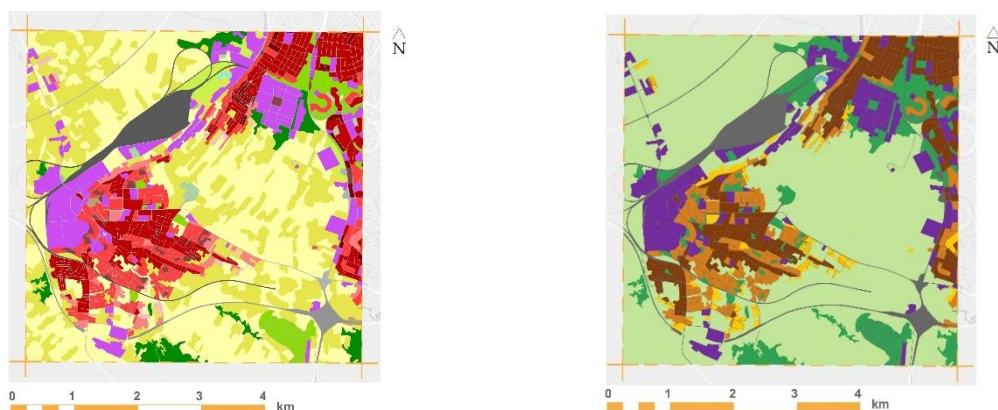
u funkciji mapiranja *locus minors* u prostoru, za koje potrebno primeniti posebne inovacione projekte, za užu zonu istraživanja je izabrano područje šire zone Železnika (Slika 4). Pored kataloga inovacija, u procesu planiranja predela, moguće je samostalno kreirati inovacije za konkretan projekat ili politiku koja će biti u skladu sa kontekstom, konceptom i karakterom područja istraživanja. Primenom izvijenih inovacija kreirani su i javno predstavljani scenariji, nakon čega je sledio postupak pregovaranja o krajnjem dizajnu scenarija.

Uticaj svih deset infrastrukturnih sistema u odnosu na primenu određenih inovacija ili definisanih planskih rešenja se procenjuje kroz prethodno postavljenu matricu procene urbanog metabolizma sa aspekta rezilijentnosti (površina predeonih elemenata, dužina ivice, poroznost, konektivnost) . Za potrebe realizacije Geodizajn radionice „Rezilijentni Beograd“ na Šumarskom fakultetu, procena urbanog metabolizma je bila usmerena na sledeće infrastrukturne sisteme: zelenu infrastrukturu, hidrografsku infrastrukturu, poljoprivrednu infrastrukturu, stambenu i industrijsku infrastrukturu.



Slika 4. Šira i uža zona istraživanog područja_Klasifikacija predeonih elemenata prema IGC sistemu

Rezultati i diskusija



Slika 5. Reprezentativni model šire zone Železnika (IGC – International Geodesign Collaboration system classification)

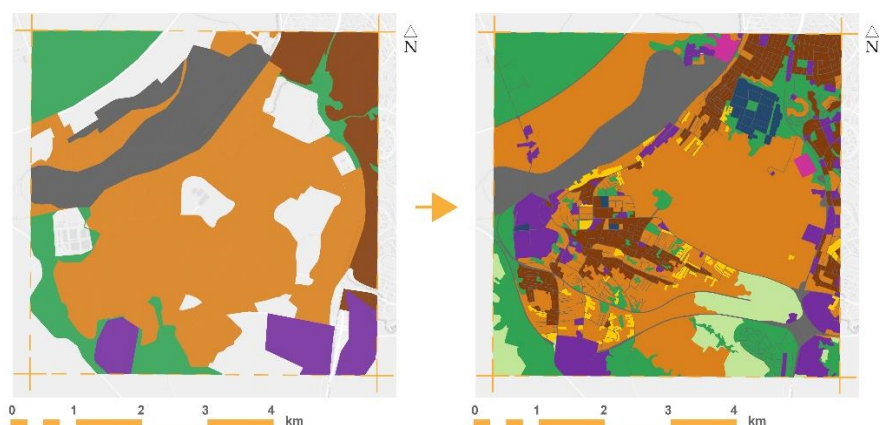
Tabela 1.

	Površina_ha	Površina_ha %	Dužina ivica	Dužina ivica %	NP
WAT	1.70	0	0.65	0	58
AGR	1534.60	55	147.31	17	89
GRN	239.86	9	85.89	10	175
RES					
HIGH	266.84	10	120.29	14	2
RES					
MED	185.37	7	83.75	9	10
RES					
LOW	63.52	2	33.74	4	109
IND	213.78	6	57.62	6	80
UKUPN					
O	2802.45	100	887.77	100	601
SHDI	1.881926		ENS = 6.56		

Reprezentativni model je rezultat interpretacije postojećeg stanja predela i pokazuje da trenutno **poljoprivredna infrastruktura** zauzima veći deo istraživanog područja, čak 55% (1534.60ha) od ukupne površine, što nam govori o dominantnoj nameni i prepoznatljivom identitetu ovog područja. Obradive površine predstavljaju elemente koji su nosioci identiteta tradicionalnog načina korišćenja ovog prostora, pri čemu one predstavljaju i funkcionalnu matricu predela. Poljoprivredne površine se odlikuju geometrijskom i usitnjenom formom koja se javlja u centralnoj zoni istraživanog područja. Elementi fizičke infrastrukture, kao što su stambena infrastruktura (visoke,

srednje i niske gustine), uglavnom višeporodičnog stanovanja, zauzima 19% (515.73ha), a industrijska infrastruktura zauzima 6% (213.78 ha) istraživanog područja koja takođe govori o evoluciji razvoja ovog područja. U nešto manjem procentu se javlja zelena infrastruktura (9% - 239.86ha), u vidu zelenih prostora uz privatne okućnice, blokovsko zelenilo i zelenilo duž puteva. Predeoni elementi su uglavnom antropogenog porekla – unešeni, dok se u manjoj meri, u južnom delu istraživanog područja, javlja predeoni element ostatka - Sremačke šume. O visokom stepenu urbanizacije i uticaju nam pokazuje analiza ivica, koje su pretežno geometrijske (Slika 5).

Poslednji scenario u nizu („crni scenario“) prati trendove investicionog planiranja i pokazuje negativne promene u strukturi predela. Ovaj scenario predstavlja planirano stanje strukture predela u Generalnom urbanističkom planu Beograda za vremenski horizont od 2022. do 2041. godine. U njemu je transformacija predela očigledna i pokazuje značajno niže vrednosti parametara metrike kojima se kvantifikuje stepen rezilijentnosti. Nema primene inovacija, razvojni trendovi ostaju u svojim uobičajenim okvirima i ne doprinose stepenu rezilijentnosti. On pokazuje da trenutno poljoprivredna infrastruktura koja zauzima najveći deo istraživanog područja, čak 55% (1534.60ha) od ukupne površine se konvertuje u stambenu infrastrukturu srednje gustine koja u ovom scenariju zauzima 40.8% (1143.87ha), što nam govori o budućoj dominantnoj matrici i značajnom narušavanju prepoznatljivog poljoprivrednog karaktera predela. Obradive površine predstavljaju elemente koji su nosioci identiteta tradicionalnog načina korišćenja ovog prostora nestaju. Površina elemenata zelene infrastrukture raste sa 9% (239.86ha) na 17.9% (500,6ha), u vidu zelenila uz privatne okućnice, blokovsko zelenilo i zelenilo duž puteva i pošumljavanje Makiškog polja. Dolazi do visokog stepena urbanizacije, smanjenog stepena poroznosti, rezilijentnosti/stabilnosti predela (procenat pod stambenom infrastrukturom se povećava za 33.5%).



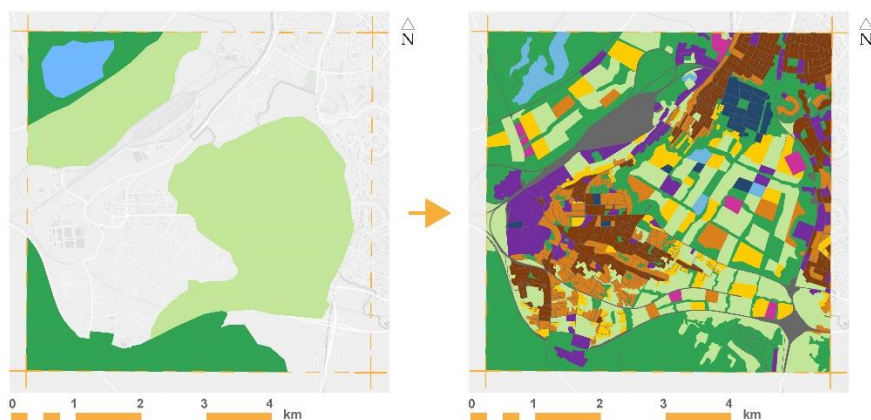
Slika 6. „Crni“ scenario / GUP 2041

Tabela 2.

	Površina_h		Površina_ha		Dužin		NP
	a	%		a ivica_km	a ivica %		
WAT	0	0.0		0	0.0		0
AGR	161.33	5.8		19.57	2.4		15
GRN	500.6	17.9		105.3	12.9	5	11
RES HIGH	266.84	9.5	9	120.2	14.7	5	17
RES MED	1143.87	40.8	7	146.3	17.9		84
RES LOW	60.33	2.2		32	3.9		52
IND	230.18	8.2		48.94	6.0		66
UKUPN O	2802.45	100.0	7	817.6	100.0	9	53
SHDI	1.696257	ENS = 5.45					

Nakon sagledanih rezultata sprovedenog istraživanja u Radionici „Rezilijentni Beograd“, učesnici su počeli da tragaju za inovacijama koje bi mogle da utiču na rezultate „crnog scenarija“ - scenario GUPa 2041. Imajući u vidu prostorni i istorijski kontekst industrijskog i poljoprivrednog razvoja ovog prostora i trendove očuvanja karaktera predela, učesnici u radionici su istraživali teorijske modele zdravih gradova. „Broadacre city“ je model grada kojim je Frenk Lojd Rajt (Frenka Lojda Rajta) postavio antitezu tradicionalnom gradu: težio je radikalnoj decentralizaciji i distribuciji američkih gradova na celoj teritoriji Sjedinjenih Država (Skjonsberg, 2015). To je grad velike površine otvorenog prostora i grad koji oblikuje “konturira” zemljište na kom je izgrađen. U ovoj urbano-ruralnoj matrici su zgrade manje spratnosti i veće osunčanosti. Unutar grada *Broadacer* ne postoji nužno jedno sjajno mesto jer je ceo grad namenjen da bude odlično

mesto u celini (Dehaene, 2002). Model je osporavan s različitih aspekata, kritičari su ga često nazivali umetničkim delom a ne urbanističkim modelom. Učesnicima radionice ovaj utopistički model ruralno-urbanog ideala Rajtovog grada poslužio kao ideja da se u odnosima između postojećih infrastrukturnih sistema uspostavi balans i kreira novi scenario "Broadacre city" (Slika 7).



Slika 7. Scenario "Broadacre city"

Tabela 3.

	Površina_ha	Površina_ha%	Dužina ivica_km	Dužina ivica %	NP
WAT	59.35	2.1	9.25	0.9	6
AGR	592.04	21.1	125.44	12.5	100
GRN	731.004	26.1	183.9	18.3	130
RES HIGH	266.844	9.5	120.29	11.9	175
RES MED	237.9	8.5	92.68	9.2	96
RES LOW	203.94	7.3	57.33	5.7	72
IND	230.18	8.2	54.45	5.4	71
UKUPNO	2802.46	100.0	1007.48	100.0	695
SHDI	2.0580	Effective number of species = 7.83			

Primenom ovakvog modela se značajno povećava diverzitet predela, raste njegova stabilnost, konektivnost, multifunkcionalnost i rezilijentnost, pored toga dolazi do zaštite i očuvanja ostatka geometrizovanih polja na području Železnika i Makiškog polja i jačanja već jasno prepoznatljivog identiteta. Uvođenjem novih elemenata koji su nosioci prirodnosti (živice, plavo zeleni koridori, retenzije) u strukturi predela, povećava se kompleksnost predeonog obrasca, a ponavljanjem forme i oblika predeonih elemenata

dolazi do naglašavanja nosioca elemenata vizuelne estetike i heterogenosti predela (Slika 7, Tabela 3).

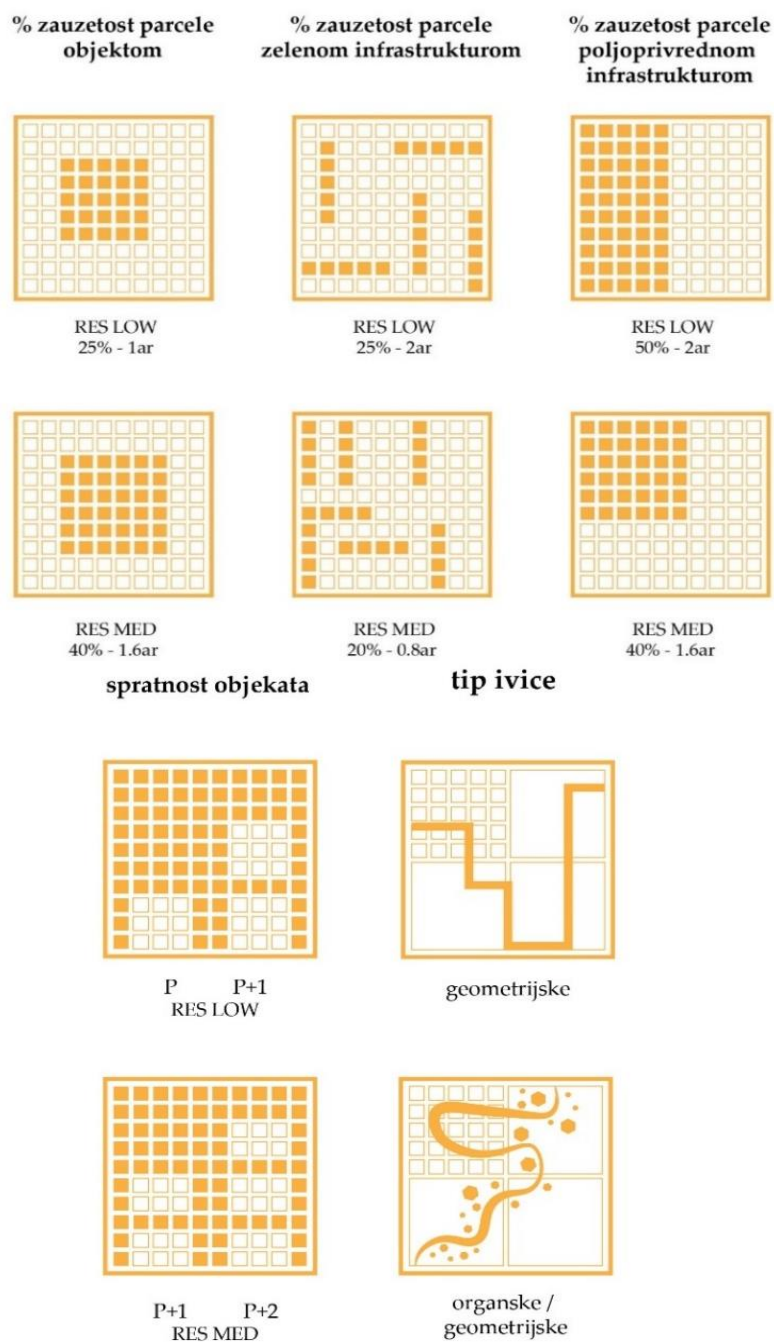
Povećanje stepena poroznosti i stepena konektivnosti elemenata prirode u gradu, koncept „*Broadacre city*“ inovacija podrazumeva sledeća predeono – oblikovna i morfološko ekološka pravila:

Izgrađena infrastruktura je prostorno organizovana u okviru parcele od 4 ara. U zonama razvoja stanovanja niske gustine, stepen zauzetosti parcele je ograničen na 25%, spratnost objekata na P (prizemlje) do P+1 (prizemlje i prvi sprat), a struktura okućnice je organizovana na način da je 25% zeleni prostor okućnice a 50% zemljište namenjeno za urbanu poljoprivrednu proizvodnju. U zonama razvoja stanovanja srednje gustine, stepen zauzetosti parcele je ograničen na 40% parcele, 20% je namenjeno zelenilom prostoru okućnice, a 40% je namenjeno za urbanu poljoprivrednu proizvodnju (Tabela 4).

Spratnost objekata zavisi od tipa stanovanja (stanovanje niske ili srednje gustine). Ukoliko dođe do razvoja stanovanja niske gustine, spratnost objekata bi se kretala od P (prizemlje) do P+1 (prizemlje i prvi sprat). U slučaju stanovanja srednje gustine spratnost objekata se kreće od P+1 (prizemlje i prvi sprat) do P+2 (prizemlje i prvi sprat) (Tabela 4).

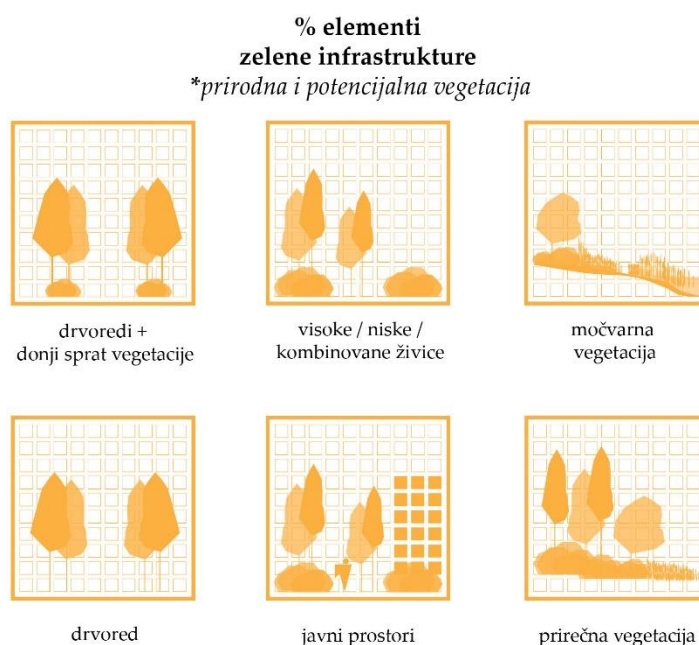
Planiranje i oblikovanje ivica poljoprivrednih polja, zelenih površina i objekata kao nosioca identiteta urbano-ruralnog naselja, imaju za cilj povećanje čitljivosti predela. S obzirom na dugu tradiciju bavljenja poljoprivredom i trenutnu strukturu geometrijskih polja, preporučuje se zadržavanje jasnih geometrijskih linija i oblika, uz unošenje organskih oblika i formi elemenata zelene i vodene infrastrukture u cilju povećanja stepena prirodnosti (Tabela 4).

Tabela 4. Grafički prikaz pravila uređenja predela koncepta „Broad acre city“-
Izgrađena infrastruktura



Zelena infrastruktura i njeni elementi značajno utiču na formiranje koncepta *"Broadacre city"* (Slika 7, Tabela 6). Njihova uloga je presudna u očuvanje i unapređenje vrednosti postojeće strukture i funkcionisanja predela – stabilnog metabolizma grada. U ovom konceptu je planirano povećanje stepena ozelenjenosti (sa 17 na 26%) podizanjem novih šumskih celina i distribucijom linijskih „veza“ - koridora i živica koji uspostavljaju viši stepen konektivnosti sistema (drvoređi, živice). Podizanjem i formiranjem novih javnih prostora, trgova i pijaca, sportskih i rekreativnih površina i stanovanja srednje gustine obezbeđuje se prostor za elemente zelene infrastrukture. Očuvanjem i unapređenjem postojeće priobalne zone Železničke reke i područja Savskog vodoizvorišta Makiškog polja elementima zelene infrastrukture koji pripadaju prirodnoj potencijalnoj vegetaciji, formiraju se multifunkcionalni plavo zeleni koridori (Tabela 6).

Tabela 6. Grafički prikaz pravila uređenja predela koncepta *"Broadacre city"* – zelena infrastruktura



Umesto zaključka

U ovom delu ćemo pokušati da odgovorimo na pitanje *Šta mi kao društvo radimo kolektivno da bismo obezbedili uslove u kojima ljudi mogu biti zdravi?* Početna pretpostavka da je urbani predeo dominantan habitat svetske populacije i da se taj trend neće menjati,

opredelila je autore da se bave urbanim predelom tj. kvalitetom životne sredine u gradu Beogradu. Urbanističko planiranje je instrument kojim javni društveni sektor utiče na distribuciju aktivnosti i komunikaciju u urbanom prostoru da bi time obezbedio kvalitetnije uslove ekonomskog i socijalnog razvoja u kvalitetnoj životnoj sredini. Predmet analize je bio poslednji u nizu Generalnih planova grada Beograda (2022-2041), i to njegovo prirodno jezgro, koje se već decenijama unazad nalazi pod konstantnim pritiskom. Trend „strukturne homogenizacije i funkcionalne dezintegracije“ se nastavlja u planskoj projekciji GUP 2041.

Savremena planerska metoda Geodizajna je omogućila da se o „zdravom gradu Beogradu“ promišlja kroz koncepte rezilijentnosti i urbanog metabolizma. Koncepti su metrički sagledani kroz kompoziciju i konfiguraciju strukture urbanog predela na delu prirodnog jezgra grada Beograda. Traganje za odgovorom na pitanje „da li može i drugačije“ rezultovalo je scenarijom *“Broadacre city”* koji počiva na većem stepenu poroznosti, koherentnosti, otvorenosti i prirodnosti u kom značajnu ulogu ima zelena infrastruktura.

Upoznavanje studenata pejzažne arhitekture s metodom Geodizajna u radionici „Rezilijentni Beograd“ bio je još jedan korak u osposobljavanju budućih inženjera pejzažne arhitekture da se, u transdisciplinarnom pristupu planiranja urbanih predela, bore za svoje mesto u pejzažnom oblikovanju zdravijih gradova.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Antrop M. (2005): From holistic landscape ecologists to transdisciplinary landscape management. Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application, Springer.
- Dehaene M (2002): Broadacre City: the City in the Eye of the Beholder, Journal of Architectural and Planning Research 19 no2, Summ 2002
- Wolman A. (1965): The Metabolism of Cities. Scientific American, vol. 213, pp. 179-190.
- Pistoni R., Bonin S. (2017): Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape. City, Territory and Architecture, vol. 4. Cham, Switzerland: Springer.

- Prokop G., Jobstmann H., Schönbauer A. (2011): Overview on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects in EU-27 (Environment Agency Austria), Technical Report - 2011-50, ISBN: 978-92-79-20669-6.
- Steinitz C. (2012): A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design. Redlands: Esri Press.
- Goodchild M.F. (2010): Towards Geodesign: Repurposing cartography and GIS? *Cartographic Perspectives*, 66, 7-22.
- Dabović T. (2020). Geodesign Meets Its Institutional Design in the Cybernetic Loop. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 486-496.
- Ervin S. M. (2011): A System for GeoDesign. Available online: https://www.researchgate.net/publication/265011735_A_system_for_GeoDesign
- Đukanović S.Lj. (2015). "Tipologija i valorizacija građevinske structure stambenih zgrada Beograda sa stanovišta komfora stanovanja". Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Beograd.
- Skjonsberg, M. (2015). Waking Leviathan. Frank Lloyd Wright's rural urban ideal from Art and Craft Of The Machine (1901) to The Living City (1958). *Research In Urbanism Series*, 3(1), 81-107. doi:10.7480/rius.3.834
- Vasiljević N, Radić B, Gavrilović S, Šljukić B, Medarević M, Ristić R (2018): The concept of green infrastructure and urban landscape planning: a challenge for urban forestry planning in Belgrade, Serbia. *iForest* 11: 491-498. - doi: 10.3832/ifor2683-011
- Vasiljević N (2018): Planiranje predela: teorije i metode, udzbenik, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu.

Planovi:

- Urbanizam Beograda časopis (1981). Broj 61. Zavod za planiranje razvoja grada
- Generalni urbanistički plan Beograda 2003-2021 ("Službeni list grada Beograda" br. 11/16).
- Generalni urbanistički plan Beograda 2022-2041 (Rani javni uvid).

WHO DESIGNS HEALTHY CITIES? A CONTRIBUTION TO CRITICAL THINKING ABOUT THE LANDSCAPE PLANNING AND DESIGN OF THE CITY OF BELGRADE

Nevena Vasiljević, Sandra Mitrović

*University of Belgrade, Faculty of Forestry
nevena.vasiljevic@sfb.bg.ac.rs*

Summary

Considering the projection of the United Nations Habitat Program (UN HABITAT, 2016) that cities will be habitats in which half of the world's population will live by the 2050, this research is based on the concept of "healthy city" which, as a reflection on public health, described as "what we as a society do collectively to provide conditions in which people can be healthy". The research considers the concept of urban metabolism, which is "borrowed" from the natural sciences (biochemistry and biology), and adapted to the needs of studying and better understanding the functioning of modern cities in order to sustainably plan and shape cities as living organisms. The special focus of the research is on the concept of green infrastructure (GI), which is increasingly seen as a reflection of social concern for humans, as well as on the role of green infrastructure elements in the metabolism of a resilient city that should create conditions for a healthy life for its inhabitants. Questions arise: *What kind of landscape design of the guard, ie. what composition and configuration of green infrastructure elements in the structure of the city and what spatial distribution of infrastructure systems ensures a good metabolism, which is a prerequisite for the "healthy city"? What are the indicators of the healthy cities matrix?* The aim of the paper is to show the place and role of landscape architects in planning and design healthy cities, as well as to show how through the process of education they are trained for the process of collaborative landscape planning. The subject of the paper is the planning and design of a part of the urban landscape of Belgrade, which represents the rest of the natural core of the city, which provides appropriate landscape ecosystem services (cultural, providing and regulatory). The paper will present the results of the Geodesign workshop, which was realized within summer semester in 2021 with bachelors and masters students from Department of Landscape architecture and horticulture.

Keywords: healthy cities, urban metabolism, landscape design of cities, Belgrade, Geodesign, resilience, transdisciplinarity.

KONCEPT PEJZAŽNO ARHITEKTONSKOG UREĐENJA CENTRA ZA RANI RAZVOJ DECE I INKLUZIJU

Danijela Sparić m.d.i.p.a

Beovrt doo, Beograd

Konceptualno rešenje za uređenje slobodnih i zelenih površina rađeno je za objekat specijalizovane zdravstvene zaštite – Centar za rani razvoj dece i inkluziju, institucije od nacionalnog i regionalnog značaja, namenjene prvenstveno deci sa poteškoćama u razvoju, ali i deci redovnog razvoja. Centar ima za cilj da pruži sveobuhvatnu podršku deci i njihovim roditeljima, u toku ranog razvoja deteta, od rođenja do pete godine starosti, pružajući set savetodavnih, psiholoških i pedagoških usluga, kao i stručnih usluga deci sa razvojnim kašnjenjem, smetnjama, netipičnim ponašanjem itd. Pored ovih, među prioritetnim aktivnostima Centra, bili bi i nacionalni edukativni trening programi za medicinske radnike, roditelje, staratelje i druge strane uključene u rani razvoj.

Lokacija za izgradnju Centra za rani razvoj dece i inkluziju nalazi se u Beogradu, u Ulici Dr. Huga Klajna, u naselju Bežanijska kosa, na Novom Beogradu. Kompleks Centra sastoji se od tri funkcionalne celine (Glavni objekat spratnosti 2Po+P+2, Pomoćni



Slika 1. 3d prikaz prostora (Dizajnarhitektura doo, 2022)

objekat Štale spratnosti P i Pomoćni objekat Bungalova spratnosti P). Pristupi objektu su usklađeni sa postojećim saobraćajnim trasama.

Katastarska parcela 1569/1, na kojoj se objekat nalazi, zauzima površinu od 20 994 m². od čega nezastrote površine čine 60%. Za postizanje velikog procenta

poroznog tla nije bilo dovoljno samo planiranje površina pod vegetacijom, već je bilo potrebno i pešačke staze i platoe predvideti od savremenih vodopropusnih materijala poput „terra battuta“. Stvaranju povoljnih mikroklimatskih uslova, dodatno doprinose i ekstenzivni zeleni krovovi viših etaža.

Dizajnerski pristup predmetnog kompleksa u celini, zasniva se na principima „universal design“ ili „design for all“, kako se ne bi ugrozilo dostojanstvo osoba sa

razvojnim poteškoćama. Kao inicijalna referenca za formiranje koncepta pejzažnog uređenja korišćen je vodič „*Landscape and Child Development*“, koji iscrpno obrazlaže potrebu formiranja različitih zona namenjenih različitim stimulacijama ranog razvoja kod dece.



Slika 2 Kompozicioni plan pejzažno arhitektonskog uređenja

Koncept pejzažno arhitektonskog uređenja formiran je u skladu sa programskim rešenjem samog objekta, prateći njegove primarno definisane celine u prizemlju objekta (ulazna zona, dijagnostička celina objekta, terapijska celina objekta, dvorište sa manježom i baby zoo vrtom, bungalovi).

Uređenje slobodnih i zelenih površina imalo je za cilj da funkcionalno i vizuelno poveže različite zone i prateće sadržaje. Funkcionalna čitljivost i dostupnost, vizuelna prepoznatljivost i dopadljivost, podsticanje i negovanje dečije radoznalosti, usmeravanje dečije pažnje i fokusa, aktivirnje čula, razvijanje veština i interesovanja, bile su neke od glavnih smernica pri formiranju poznatog, udobnog i bezbednog ambijenta dvorišta.

Zona terapije: U delu koji je prostorno najbliži terapijskom delu objekta, smešteni su sadržaji čija je primarna funkcija terapijska-isceliteljska, a to su manjež sa mini zoo vrtom i bašta za uzgajanje biljaka (isceliteljski vrt).



Slike 3. i 4. Referentni uzori- „mood images“ za zonu terapije

Zona umetnosti: Na trapijsku zonu dvorišta, nadovezuje se zona namenjena aktivnostima iz osnovnih umetničkih oblasti – muzika i slikarstvo (art therapy) koju definišu multifunkcionalno organizovan prostor sa izložbenim i prezentacionim karakterom sa sadržajima kao što su muzički zid i paneli za slikanje.



Slike 5. i 6. Referentni uzori- „mood images“ za zonu umetnosti

Zona čula: U delu vrta predviđena je i zona namenjena senzornom razvoju sa akcentom na taktilnom upoznavanju različitih materijala i tekstura, sa ciljem razvoja individualnog istraživanja, usmeravanja i održavanja pažnje i fokusa kroz različite senzorne staze.



Slike 7. i 8. Referentni uzori- „mood images“ za zonu čula

Zona igre: Zonu sa primarnom funkcijom podsticaja fizičkog razvoja, definišu igralište sa spravama, mini sportski teren, tromboline, balans staze. Zona igre se prostorno nadovezuje na zonu terapije, a od samog objekta je blago distancirana i odvojena pojasom zelenila.



Slike 9. i 10. Referentni uzori- „mood images“ za zonu čula

Slobodne i zelene površine: Funkcionalno i ambijentalno povezivanje različitih zona spoljnog uređenja i stvaranje autentične celine, prvenstveno je definisano slobodnim zelenim površinama, a izbor vrsta proizilazi iz osnovnih karakteristika i potreba svake od predmetnih zona – funkcionalnost, reprezentativnost, bezbednost, zaštita, otvorenost, ušuškanoost, dopadljivost, prepoznatljivost i slično.

Autentičnost slobodnim zelenim površinama, pored vegetacije, daju i blaže denivelacije terena. Formiranje blagih depresija, posutih rizlom i oblukom u vidu 'suve reke' koja meandrira između zelenila, sa periodičnim primercima većeg kamenja koje može da posluži i kao prirodni mobilijar, doprinosi identitetu prostora, upućuje na kontakt sa prirodom, stvara dinamiku i ritam prostora u celini. U neposrednoj blizini 'suve reke', odnosno u pojedinim njenim 'meandrima', planirana su blaža uzvišenja u vidu brdašaca sa ili bez drveća, koja dopunjuju sliku prirodnog mikro pejzaža.





Slike 11., 12. i 13. Referentni uzori- „mood images“ za slobodne i zelene površine

Planirani biljni materijal karakteriše značajno prisustvo vrsta sa većom ekološkom i sanitarnom vrednošću (visok transpiracioni kapacitet, duži vegetacioni period, veća ekološka valenca, fitoncidna svojstva, medonosne vrste i td.). Koloritna ritmika biljnog materijala tokom različitih godišnjih sezona predstavlja važno obeležje predmetnih zelenih površina.

Tabela 1. Kalendar sezonskih promena biljnog materijala

Naziv biljne vrste	Vrijeme zrenja	Broj komada	PROLEĆE				LETO				JESEN				ZIMA			
			trave	cvet	list	plod	trave	cvet	list	plod	trave	cvet	list	plod	trave	cvet	list	plod
DRVEĆE																		
Abies concolor	visokina 3-3.5 m	6																
Acer campestre	obim st. 20-25 cm	28																
Acer tataricum ginnala-multistem	visokina 2-3 m	7																
Carpinus betulus 'Frans Fontaine'	obim st. 20-25 cm	30																
Chionanthus virginicus-multistem	visokina 2.5-3 m	6																
Crataegus baccata 'Fastigiala'	obim st. 20-25 cm	13																
Larix decidua	visokina 5-6 m	8																
Liquidambar styraciflua	obim st. 20-25 cm	8																
Magnolia x soulangeana-multistem	visokina 2.5-3 m	14																
Parrotia persica	obim st. 20-25 cm	8																
Parrotia persica uncinata shape, multistem	visokina 3.5-4 m	3																
Prunella emarginata	visokina 4-4.5 m	24																
Prunus excelsa	visokina 4-4.5 m	6																
Prunus virginiana menziesii	visokina 4-5 m	8																
Quercus serrata-multistem	visokina 4-5 m	3																
Abies grandiflora	40-60 cm, cr 10	123																
Acer palmatum 'Bloodgood'	visokina 1.5-1.75m, cr 35	45																
Rudolphi davidi	visokina 12/150 cm, cr 10	4																
Cornus alba 'Sibirica'	visokina 1-1.2m, cr 10	100																
Cydonia japonica 'Globosa Nana'	40-50 cm	35																
Deutzia gracilis / hybrida	30-40 cm, cr 5	62																
Euonymus japonicus 'Bencomusuki'	40-60 cm visokina, cr 10	1193																
Euonymus japonicus 'Paloma Blanca'	cr 1	896																
Forstia x intermedia	80-100 cm, cr 10	1353																
Hamamelis x intermedia-multistem	visokina 2-2.5 m	3																
Hydrangea arborescens	40-60 cm, cr 3	1883																
Jasminum nudiflorum	cr 3	182																
Lonicera x hibernica	cr 3	1709																
Nandina domestica	30-50 cm visokina, cr 5	18																
Pinus mugo 'Mugus'	40-50 cm visokina	28																
Scilla vulgaris-multistem	visokina 1.75-2m	4																
GRM																		
Echinacea purpurea	cr 1	2491																
Heuchera 'Mikropurplea'	cr 2	276																
Hosta japonica	visokina 80-100 cm	512																
Iberis sempervirens	visokina 30-40 cm	2366																
Lavandula angustifolia	20-30 cm visokina	1358																
Loiseleuria procumbens	visokina 30-40 cm	1504																
Mix - salicaria	visokina 30-40 cm	3620																
Rosmarinus officinalis	visokina 80-100 cm	38																
Rudbeckia hirta	visokina 30-40 cm	2292																
Salvia nemorosa	visokina 30-40 cm	2103																
Sanicula chamomilla-parviflora	visokina 30-40 cm	51																
Stachys lanata	visokina 30-40 cm	3252																
Thymus sp.	visokina 30-40 cm	146																
TRAVE																		
Carex mix	visokina 30-40 cm	3624																
Carex sp.	visokina 80-100 cm	2278																
Festuca glauca	visokina 30-40 cm	1272																
Miscanthus sinensis	visokina 80-100 cm	1054																
Imperata cylindrica	visokina 30-40 cm	3555																
Panicum virgatum	cr 3	351																
Poa tenuis-mo	cr 2	408																

Koncept pejzažno arhitektonskog uređenja:

Danijela Sparić, Beovrt doo

Rukovodilac projekta: Dizajnarhitektura doo

Literatura / izvori :

Beovrt doo (2021-2022): Projekat za izvođenje za Projekat ozelenjavanja sa sistemom za zalivanje, Centar za rani razvoj dece i inkluziju, Odgovorni projektant Danijela Sparić m.dipl.inž.pejz.arh.

Dizajnarhitektura doo (2021): Urbanistički projekat, Cenar za rani razvoj dece i inkluziju, odgovorni urbanista Ana Nikolić dipl.inž.arh., odgovorni projektant Neda Banković dipl.inž.arh.

Toronto District School Board and Evergreen (2013): Landscape and Child Development, A Design Guide for Early Years – Kindergarteb Play – Learning Environments, Second Edition

<https://www.pinterest.com/>

STAZAMA SRPSKIH KRALJEVA - PARK U BANJI KOVILJAČI

Branko Milošević, dipl. inž. pejz.arh.

*Komunalno javno preduzeće "Naš Dom", Loznica
brankomilosevic81@gmail.com*

Rezime

Smeštena u podnožju planine Gučevo, na aluvijumu reke Drine, Banja Koviljača predstavlja jednu od najpoznatijih banja u Srbiji. Kako navodi veliki broj autora, na prostoru današnje Banje Koviljače postojala je rimska varoš Genezis pa se pretpostavlja da se za lekovitost banje znalo još u rimsko doba. Prvi pisani tragovi o tadašnjoj Smrdan Banji nastaju iz pera Feliksa Kanica i Vuka Stefanovića Karadžića. Feliks Kanic je 8. juna 1860. godine posetio ovaj deo Podrinja i tada zapisao "Smrdan Banja se broji u najodličnije banje na Balkanu". Smrdan Banja je prva banja koja je stavljena pod kontrolu državnih organa 1867. godine kada i zvanično dobija sadašnje geografsko ime Banja Koviljača. Park u Banji Koviljači još od davnina predstavlja jedno od najpoznatijih lečilišta u Srbiji, a i izvan njenih granica. Povoljni klimatski uslovi, lekoviti izvori i bogatstvo autohtone i alohtone vegetacije, pažljivo ukomponovani sa baroknim stilovima gradnje, učinili su da ovaj prostor i danas bude jedan od najznačajnijih i najlepših parkova u Srbiji. Imajući u vidu značaj jedne od najlepših pejzažno-arhitektonskih celina, kompleks Banje Koviljače je odlukom Skupštine opštine Loznica iz 1989. godine proglašen za Prostorno kulturno-istorijsku celinu na površini od 20ha, dok je Zavod za zaštitu prirode Srbije dostavio nadležnom ministarstvu studiju zaštite SP "Banja Koviljača" 24.06.2015. godine, čime su ispunjeni uslovi za pokretanje postupka zaštite ovog prirodnog područja. Analizom bioklimatskih parametara utvrđeno je da su prolećni i jesenji uslovi najkomfortniji za posetioce, kada oni provode najviše vremena na otvorenom. Kako klimatske projekcije predviđaju povećanje prosečnih godišnjih temperatura i smanjenje godišnjih količina padavina ukazuju na to da Banja Koviljača predstavlja pravi banjsko-turistički centar. Ranijim istraživanjima valorizovana je dendroflora samog parka. Dobijeni rezultati nesumnjivo govore o negativnoj tendenciji razvoja parka. Park je proteklih decenija na osnovu vršenih analiza ostao bez više od 35% ukupnog dendrofonda parka. Na teritoriji parka prema popisu od 2014. godine identifikovana su 104 taksona. Od toga 26% pripada autohtonim biljnim vrstama, 53% pripada alohtonim, dok sa 21% učestvuju različiti kultivari. Najzastupljenije vrste u parku su *Pinus nigra* (188 primeraka), *Tilia argentea* (150 primeraka), a zatim slede *Picea abies* (93 primerka), *Aesculus hippocastanum* (86 primeraka),

Acer negundo (52 primerka). Analiziranjem svih parametara ranijih valorizacija dat je predlog sanacije i revitalizacije banjškog kompleksa koji se već uspešno sprovodi u cilju održivog upravljanja parkom.

Ključne reči: Banja Koviljača, banjški turizam, dendroflora, održivo upravljanje.

Uvod

Smeštena u podnođu planine Gučevo, na aluvijumu reke Drine, Banja Koviljača predstavlja jednu od najpoznatijih banja u Srbiji. Kako navodi veliki broj autora (Rajhard, Kanic, Milićević i Karić) na prostoru današnje Banje Koviljače postojala je rimska varoš Genezis, pa se pretpostavlja da se za lekovitost banje znalo još u rimskom dobu. Srednji vek nije ostavio mnogo pisanih tragova o ovim prostorima, ali se 1533. godine pominje kao seosko naselje u tadašnjoj nahiji Bohorina gde su tadašnji bogati Turci iz donjeg Podrinja i Mačve odlazili na izlete u podnožje Gučeva. Prvi pisani tragovi o tadašnjoj Smrdan Banji nastaju iz pera Feliksa Kanica i Vuka Stefanovića Karadžića. Feliks Kanic je 8. juna 1860. godine posetio ovaj deo Podrinja i tada zapisao "Smrdan Banja se broji u najodličnije banje na Balkanu". Hvalio je Banju sa stanovišta njene lekovitosti, izvora i ukazivao na veliki značaj u poređenju sa drugim evropskim banjama, a najveća zamerka odnosila se na samu neuređenost banje. Smrdan Banja je prva banja koja je stavljena pod kontrolu državnih organa 1867. godine kada i zvanično dobija sadašnje geografsko ime. Naziv Banja Koviljača među stanovništvom počeo se javljati još ranije, o čemu je dosta pisao Vuk Stefanović Karadžić. Prema Vuku, sam naziv Koviljača potiče od dva tumačenja. Prvo se vezuje za jednu od omiljenih biljaka u našem narodu pod nazivom Kovilje (*Stipa pennata* L.) za koju kaže " po obližnim bregovima raste i na kom šumske vile spavaju".

Drugo tumačenje vezuje se za postojanje ostataka starog grada poznatog kao Koviljkin grad¹⁰ čiji se ostaci nalaze na obližnjem bregu iznad Banje Koviljače(Slika 1).

¹⁰Koviljkin grad

Ostaci starog utvrđenja grada iznad Banje Koviljače. Oblik grada se znatno razlikuje od uobičajenih rimskih utvrđenja. Plan grada je bio prilagođen terenu, zato je grad imao izduženi oblik sa kulom na završetku. Prilaz utvrđenju je dosta nepristupačan. U istočnom delu grada postojala je gradska cisterna za vodu (Vasiljević M., Trbuhović V., 1985.).



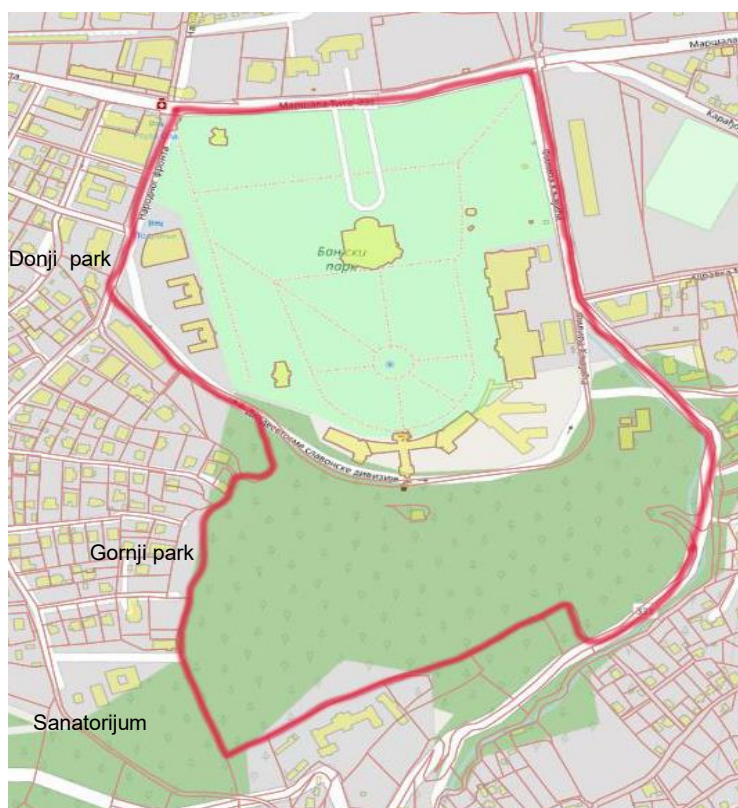
Slika1. Ostaci Koviljkinog grada (<https://en.wikipedia.org>)

Tokom 1836. godine, iskopan je glavni izvor i pokopan kanal za isušivanje močvarnog terena, a već 1846. godine otkupljeno je zemljište oko glavnog izvora čime su se stekli uslovi za izgradnju prvih banjsko lečilišnih objekata. Podizanje Koviljače na nivo prave, evropske banje vezuje se za 01. avgust 1898. godine kada je donet "Zakon o ustupanju Banje Koviljače narodu okruga podrinjskog u eksploataciju", izglasan u Narodnoj Skupštini, potvrđen potpisom Kralja i vlade. Park Banje Kovilje podignut je po uzoru na klasične evropske parkove u periodu od 1898. do 1930. godine, a prve parkovske površine nastaju već 1899. godine na kontaktu aluvijuma reke Drine i podgorja planine Gučevo. Lekovite sumporovite i gvoždrevite vode, bogatstvo vegetacije i prijatna klima uticali su na to da Banja Koviljača bude prepoznatljiva po svojoj lekovitosti još od vremena Rimljana, pa sve do danas. Imajući u vidu značaj jednog ovakvog kompleksa, Skupština opštine Loznica donela je Odluku o proglašenju kompleksa Banja Koviljača za kulturno dobro prostorno kulturno-istorijsku celinu ("Službeni glasnik opštine Loznica" br.3/89 iz 1989. godine). Površina zaštićenog kulturnog dobra iznosi 20ha. Kompleks čine izvori lekovite vode, vredni i značajni objekti, banjski park sa pratećim sadržajima i park šuma na padini Gučeva, iz XIX i XX veka. Kako bi se zaštitile prirodne vrednosti jednog od najlepših parkova kod nas, Zavod za zaštitu prirode Srbije izradio je Studiju zaštite SP "Park Banja Koviljača" i predao je 24. juna 2015. godine nadležnom Ministarstvu za zaštitu prirode Srbije čime su se stekli uslovi za pokretanje postupka zaštite ovog prirodnog dobra kao II (druge) kategorije – regionalnog, odnosno velikog značaja, sa režimom zaštite III (trećeg) stepena.

Geografski položaj

Smeštena u zapadnom delu Srbije, pažljivo ušuškana ispod padina planine Gučevo sa jedne strane i reke Drine sa druge, Banja Koviljača u širem smislu pripada Podrinjsko - Kolubarskom regionu, a u užem mačvanskom okrugu. Nalazi se u okviru grada Loznice, i od njega je udaljena 6 km. Od Beograda je udaljena 143 km, a od Novog

Sada, regionalnim putem 136 km. Granični prelaz sa Republikom Srpskom nalazi se na 5 km. U samom centru Banje Koviljače, omeđen ulicama Narodnog Fronta, Maršala Tita, Filipa Kljajića, nalazi se banjski park, čije se granice na jugu prostiru do parcela Sanatorijuma, smeštenog na padinama Gučeva (Karta 1). Centralni deo parka obuhvata skoro ravan plato koji se nalazi između 124 m n. v. i 126 m n. v. sa blagim nagibom prema severnoj ekspoziciji. Ovaj gotovo ravan teren prostire se na površini od 16,62 ha sve do ulice 28. Slavonske divizije kada teren počinje naglo da raste i već kod izvora "Tri Česme" iznosi 142m n.v., kod Sanatorijuma 207m n.v., da bi na najvišoj tački Gučeva iznosio 779m n. v.



Karta1. Granica banjskog parka, google

Uslovi staništa

Banja Koviljača odlikuje se umereno - kontinentalnom klimom sa relativno toplim sunčanim letima, dugim trajanjem sijanja sunca (preko 2000 sati godišnje) i umerenim zimama. Na osnovu dostupnih klimatskih podataka prosečna godišnja temperatura iznosi 11,5 °C, najtopliji mesec je jul (21,4 °C), dok je najhladniji januar (0,3 °C). U toploj polovini godine lokalitet Banje Koviljače se znatno zagreva pa je broj letnjih ($T_{maks.} > 25$ °C) i tropskih ($T_{maks.} > 30$ °C) dana srazmerno veliki, tj. 95 i 30 dana. Hladniji deo godine karakteriše umerena pojava slabih mrazeva (oko 77 dana) dok je pojava jakih mrazeva ($T_{min.} < -10$ °C) znatno manja i kreće se u proseku 11 dana, prosečan broj ledenih dana je 18, kada maksimalna temperatura ne pređe nulti podeljak. Srednja oblačnost iznosi 6.1 desetine pokrivenosti neba. Broj mutnih dana (sa oblačnošću većom od 80%) iznosi 126 dana i karakterističan je za drugu polovinu jesenjeg i zimskog perioda. Prosečna količina padavina za prostor Banje Koviljače kreće se u rasponu od 800 do 1000mm. Maksimalne količine padavina javljaju se u toku proleća i leta sa maksimumom u junu i minimumom u martu mesecu. Ukupna količina padavina u periodu od aprila do septembra iznosi nešto više od 56% što je od izuzetnog značaja za razvoj vegetacije. Dominantni vetrovi duvaju iz pravca jugozapada i severoistoka. Jaki vetrovi iznad 6 Bofora javljaju se u toku zime i proleća, dok prosečan broj dana sa jakim vetrovima iznosi 35. Povoljni uslovi insolacije, strujanja vazduha, temperaturnog i padavinskog režima, kao i tendencije postepenog porasta temperature i smanjenja godišnjih količina padavina, ukazuju da Banja Koviljača predstavlja pravi banjsko-turistički centar (Studija SP "Park Banje Koviljace", Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2011).

Kada se govori o pedološkoj podlozi, teško se može govoriti o nekoj primarnoj podlozi. Uglavnom je to aluvijalno deluvijalni nanos koji je od formiranja prvih parkovskih površina i organizovanjem banje na savremen način (oko 1900. godine), pa do danas trpio stalne promene pod uticajem antropogenih aktivnosti. Zemljište je u celini antropogenog karaktera i taj proces stalno traje (Mijanović O., Vukićević E. 1977). Godine 1987, za potebe izrade elaborata "Projekat analize postojećeg stanja i sanacije parkovskih površina Banje Koviljače" na prostoru parka otvorena su 4 pedološka profila. Analizom osobina zemljišta konstatovana su dva različita tipa u skladu sa konfiguracijom terena. U donjem delu parka na zaravljenim delovima konstatovana su aluvijalna zemljišta obrazovana na položju reke Drine sa visokim nivoima podzemne vode, alkalne reakcije sredine i deficitarnim sadržajem humusa i hraniva. Na padinama u podnožju Gučeva utvrđeno je smeđe jako kiselo zemljište na granitu. Osobine zemljišta imale su i imaju veliki uticaj na razvoj i stanje vegetacije na prostoru banjskog parka.

Prema istraživanjima Mijanović, O. i Vukićević, E. (1977), park Banje Koviljače je osnovan na staništu asocijacije *Carpino-betuli-Quercetum roboris* (An.) Rauš. (šuma hrasta lužnjaka i običnog graba). Na prostoru parka Banje Koviljače jasno su izdiferencirane dve zone:

Prva zona obuhvata ravni deo parka (Donji park) bogata je podzemnim vodama gde usled velikog vodostaja voda ispunjava depresije stvarajući manja ili veća jezera (Slika 2).



Slika 2. Podzemne vode u banjskom parku

U njemu su jedine autohtone vrste cer i crna jova. Pripada staništu nekada zastupljenih šuma:

Alnetum glutinosae Jov. - šuma crne jove

Genisto elatae-Quercetum roboris Horv. - poplavna šuma hrasta lužnjaka

Genisto elatae-Quercetum roboris carpinetosum E.V. - šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa grabom

Carpino-Quercetum robori cerridis E.V. Jov. - šuma lužnjaka, graba i cera

U gornjem delu parka (Gornji park) koji se naslanja na severne padine planine Gučevo evidentirane su sledeće fitocenoze njegovog direktnog okruženja od zgrade Sanatorijuma (207 m nadmorske visine) do južne granice parka u pojasu širine 450 m.

Šuma kitnjaka i graba sa broćikom (*Galio-Querco-Carpinetum* Jov. 1967.)

šuma hrastova sladuna i cera (*Quercetum farnetto-cerris aculeatetosum*)

subasocijacija šume sladuna i cera sa grabom (*Carpino betuli-Quercetum farnetto-cerris* (Rud. 1949) Jov. 1979.)

šuma bele lipe, hrastova i graba (*Tilio tomentosae-Carpinetum betuli*)

Pejzažno-arhitektonsko uređenje parka

Krajem XIX i početkom XX veka, na kontaktu aluvijuma reke Drine, stvorena je jedna od najlepših pejzažno-arhitektonskih celina u Srbiji. Rađena je u stilu banja u vrtu (*Garden city*) koji se odlikuje izvesnom simetrijom, razmaknutim vilama okruženim zelenilom, Banja Koviljača spada u red "najlepših i najhigijenskiji podignutih banja i to ne samo kod nas" (Petrović S., 1934). Sam početak razvoja Banje Koviljače po evropskim principima vezuje se za godinu 1898., kada je ona ukazom kralja Aleksandra I Obrenovića data na upotrebu narodu podrinjskog okruga. Dalji razvoj Banje Koviljače vezan je za dinastiju Karađorđević kada ona i dostiže svoj vrhunac u graditeljskom smislu. Najveće graditeljske aktivnosti u Banji Koviljači odvijale su se u dva perioda. Prvi od 1902. do 1912. i drugi od 1920. do 1940. (Mitrović G., 2006). U ovom periodu nastala su najlepša zdanja na prostoru parka i formirana je prostorna celina sa centralnim parkovskim stazama¹¹ koje su se širile na osam strana (slika 3). Konfiguracija terena uslovlila je postojanje dve jasne prostorne celine koje sustilski i funkcionalno veoma različite. Donji deo nalazi se na gotovo ravnom terenu i poznat je kao centralni deo ili Donji park. Gornji park zauzima prostor park šume, gde teren počinje naglo da raste, i zauzima površiu od 10ha 63a 18m². Parterni deo (Donji park) zauzima površinu od oko 60% parka (16ha 61a 95m²) i bogat je različitim komponentama pejzažno - arhitektonskog oblikovanja (soliternim stablima, drvorednim stablima, grupama, cvetnjacima, travnjacima, elementima vode). U ovom delu parka dominiraju dve ose simerije. Glavna osa se pruža u pravcu sever- jug od ulice Maršala Tita i povezuje objekte KUR-Salona, muzičkog paviljona i dalje preko stepeništa sa park šumom. Druga osa povezuje zgradu Banjske

¹¹Parkovske staze

prvobitnim projektom parterno rešenje obuhvatalo je osam staza koje su se od fontane, koja je centralni motiv, pružale na osam strana parka. Promenom državnog uređenja nakon II svetskog rata tadašnja vlast potpuno zatvara osmu stazu koja je vodila od fontane ka bunaru Vuka Karadžića.

uprave i sumporno kupatilo i upravna je na prvu osu. Centralni deo zauzima fontana¹², od koje su obodno raspoređene ostale građevine.



Slika 3. Centralne parkovske staze koje se prostiru na osam strana, <https://banjakoviljaca.rs>

Na južnoj strani hoteli Dalmacija i Hercegovina, istočno kupatilo kralja Petra I Karađorđevića, u zapadnom delu zgrada banjske uprave, koja je ujedno i najstariji objekat u Banji, vile Bosna i Koviljača i hotel Podrinje. Na severnoj strani nalazi se najveća i najrepzentativnija zgrada banjske dvorane (Kur-Salon). Od ostalih objekata u parku postoji još nekoliko manjih graditeljskih dela: sumporno kupatilo, Bunar Vuka Karadžića, sumporna česma, česma kraljice Jelene (tri česme), na putu ka Sanatorijumu nalazi se i jedna ukopana česma poznatija kao Rakina česma. Takođe od manjih građevinskih poduhvata, od značaja je spomenuti i ulazne kapije koje naznačavaju ulaze u park i podignute su 1933. godine čime su zaokruženi najvažniji graditeljski poduhvati tog vremena.

Sastav i analiza dendroflore

Za potrebe rada na sanaciji i rekonstrukciji parka u Banji Koviljači, izvršen je 2014. godine popis vrsta na centralnom banjskom prostoru – Donjem parku. Analiza je imala za cilj da pruži podatke o brojnosti i zastupljenosti određenih taksona na prostoru parka (Tabela1).

¹² Fontana

današnja fontana koja se nalazi banjskom parku sagrađena je 1964. godine kao poklon vlade Japana narodu ovog kraja. U tom periodu potpuno je uklonjena stara fontana koja je bila u parku do ovog momenta.

Tabela1: Specifikacija vrsta u Donjem paku po popisu iz 2014. Četinarsko drveće		
Red. br.	Naziv vrste	Domaći naziv
1	<i>Abies alba</i> Mill.	domaća jela
2	<i>Abies concolor</i> Lindl.	dugoigličava jela
3	<i>Abies nordmaniana</i> Spach.	normandijska jela
4	<i>Cedrus atlantica</i> G. Don	atlaski kedar
5	<i>Cedrus deodara</i> Laws.	himalajski kedar
6	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> Parl.	lavsonov hameciparis
7	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Alumii'	/
8	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	kriptomerija
9	<i>Juniperus virginiana</i> L.	virdžinijska kleka
10	<i>Larix decidua</i> Mill.	ariš
11	<i>Libocedrus decurens</i> Torr.	kaliforniski libokedar
12	<i>Picea abies</i> Karst.	domaća smrča
13	<i>Picea omorika</i> (Panč.) Purk.	pančičeva omorika
14	<i>Picea pungens</i> Engelm.	bodljiva smrča
15	<i>Picea pungens</i> 'Glaucā'	srebrna smrča
16	<i>Picea pungens</i> 'Glaucā pendula'	/
17	<i>Pinus strobus</i> L.	vajmutov bor
18	<i>Pinus nigra</i> Arn.	crni bor
19	<i>Pinus sylvestris</i> L.	beli bor
20	<i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb.	duglazija
21	<i>Sequoiadendron giganteum</i> Buch.	džinovska sekvoja
22	<i>Taxodium distichum</i> Rich.	taksodijum
23	<i>Taxodium ascendens</i> Brongn.	/
24	<i>Taxus baccata</i> L.	tisa
25	<i>Thuja occidentalis</i> 'Pyramidalis compacta'	/
Lišćarsko drveće		
1	<i>Acer campestre</i> L.	klen
2	<i>Acer negundo</i> L.	pajavac
3	<i>Acer platanoides</i> L.	mleč
4	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	javor
5	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	divlji kesten
6	<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	crna jova
7	<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	breza

8	<i>Betula verrucosa</i> 'Laciniata'	/
9	<i>Betula verrucosa</i> 'Tristis'	/
10	<i>Carpinus betulus</i> L.	grab
11	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	katalpa
12	<i>Celtis australis</i> L.	koprivić
13	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	judino drvo
14	<i>Corylus colurna</i> L.	mečija leska
15	<i>Fagus sylvatica</i> L.	bukva
16	<i>Fagus sylvatica</i> 'Atropurpurea'	/
17	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	poljski jasen
18	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	beli jasen
19	<i>Ginkgo biloba</i> L.	ginko
20	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	gledičija
21	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	tulipanovac
22	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	likvidambar
23	<i>Malus domestica</i> "Pendula"	jabuka
24	<i>Morus alba</i> L.	dud
25	<i>Morus alba</i> 'Pendula'	žalosni dud
26	<i>Padus racemosa</i> C.K	sremza
27	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	paulovnja
28	<i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willd	javorolisni platan
29	<i>Populus nigra</i> 'Fastigiata'	jablan
30	<i>Populus simonii</i> Carriere	simonijeva topola
31	<i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurpurea'	crvenolisna šljiva
32	<i>Quercus borealis</i> Michx.	američki hrast
33	<i>Quercus cerris</i> L.	cer
34	<i>Quercus robur</i> L.	lužnjak
35	<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	piramidalni hrast
36	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	bagrem
37	<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera"	loptasti bagrem
38	<i>Salix alba</i> L.	bela vrba
39	<i>Salix alba</i> 'Vitellina pendula'	/
40	<i>Salix matsudana</i> 'Tortuosa'	pekinška vrba
41	<i>Sophora japonica</i> L.	sofora
42	<i>Sophora japonica</i> "Pendula"	/
43	<i>Sorbus scandica</i> Fries.	skandinavska mukinja
44	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	jarebika
45	<i>Tilia argentea</i> Moench.	srebrnolisna lipa
46	<i>Tilia cordata</i> Mill.	sitnolisna lipa

47	<i>Tilia platyphyllos Scop.</i>	krupnolisna lipa
48	<i>Ulmus carpinifolia Mill. L.</i>	poljski brest
Četinarsko šibljje		
1	<i>Juniperus horizontalis L.</i>	puzava borovica
2	<i>Juniperus sabina L.</i>	/
3	<i>Chamaecyparis lawsoniana 'Globosa'</i>	/
4	<i>Chamaecyparis pisifera 'Boulevard'</i>	/
5	<i>Taxus baccata "Fastigiata Aurea"</i>	/
Zimzeleno šibljje		
1	<i>Berberis julianae C.K. Schneid</i>	julijanova žutika
2	<i>Buxus sempervirens L.</i>	šimšir
3	<i>Cotoneaster horizontalis Decne.</i>	horizontalna dunjarica
4	<i>Euonymus japonicus Thunb.</i>	/
5	<i>Ilex aquifolium L.</i>	božikovina
6	<i>Mahonia aquifolium Nutt.</i>	mahonija
7	<i>Prunus laurocerasus L.</i>	lovor višnja
8	<i>Pyrachanta coccinea M.J.Roem</i>	vatreni grm
9	<i>Ruscus aculeatus L.</i>	kostrika
10	<i>Viburnum rhytidophyllum L.</i>	kožasta udika
Listopadno šibljje		
1	<i>Berberis thunbergii DC.</i>	tubergova žutika
2	<i>Cornus mas L.</i>	dren
3	<i>Cornus alba L.</i>	beli dren
4	<i>Cornus sanguinea L.</i>	svib
5	<i>Corylus avellana L.</i>	leska
6	<i>Deutzia scarba Thunb</i>	/
7	<i>Forsythia x intermedia Zab.</i>	forzicija
8	<i>Hibiscus syriacus L.</i>	sirijska ruža
9	<i>Magnolia x soulangeana Soul.-Bod</i>	magnolija
10	<i>Philadelphus coronarius L.</i>	filadelfus
11	<i>Spiraea x vanhouteii Zbl.</i>	vanhuteova suručica
12	<i>Spirea japonica L.</i>	japanska suručica
13	<i>Syringa vulgaris L.</i>	jorgovan
14	<i>Viburnum opulus L.</i>	viburnum
15	<i>Weigela florida DC.</i>	vejgela
16	<i>Tamarix tetrandra Pall.</i>	tamariks

Analizom dendroflore parka prema životnom obliku izdvojene su 73 vrste drveća odnosno 70% i 31 vrsta žbunja odnosno 30%. Od ukupnog broja stabala četinari učestvuju u procentu od 24% (odnosno sa 25 primeraka), lišćarske vrste sa 46% (odnosno sa 48 primeraka), dok žbunaste vrste učestvuju u sledećim procentima: četinarsko šibljje 5% (5 primeraka), zimzeleno šibljje 10% (10 primeraka) i listopadno šibljje 15% (16 primeraka). Prema poreklu od 104 identifikovana taksona na teritoriji parka u Banji Koviljači 27 biljaka (26%) pripadaju autohtonim biljnom vrstama, 55 biljaka (53%) pripada alohtonim vrstama, dok različiti kultivari u parku učestvuju sa 22 primerka (21%). Najzastupljenije vrste u parku su *Pinus nigra* (188 primeraka), *Tilia argentea* (150 primeraka), a zatim slede *Picea abies* (93 primerka), *Aesculus hippocastanum* (86 primeraka), *Acer negundo* (52 primerka) i drugo. Na teritoriji parka preovlađuje visoka dendroflora u odnosu na žbunaste oblike. Uporednim analizama sa podacima popisa iz 2007. godine koji je uradio Zavod za zaštitu prirode potvrđen je negativan trend smanjenja broja vrsta na teritoriji parka Banja Koviljača, koji je detektovan još 1987. Rezultati uporednih analiza koje su vršene u periodima od 1987. godine prema projektu (Analiza postojećeg stanja i sanacije parkovskih površina u Banji Koviljaci), 1997. (diplomski rad Brzaković, U. 1997.), za period od 10 godina, uočeno je nestajanje 36 vrsta, što čini 30,25% ukupnog denrofonda parka. Negativan trend nastavljen je i dalje, a razlog propadanja nalazi se u dostignutoj fiziološkoj zrelosti biljaka. Do analize fonda dendroflore 2007. godine propalo je još 5% od ukupnog broja (Studija SP "Park Banje Koviljace", Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2011), a do 2014. još 9% od ukupnog broja.

Održivo upravljanje

Imajući u vidu rezultate analiza i konstantan pad broja vrsta na teritoriji parka preduzete su mere "podmlađivanja" banjskog parka. Nakon izvršene analize 2014. godine JP "Direkcija za upravljanje u razvoj Banje Koviljače"¹³ i grad Loznica počinju da ulažu dodatna sredstva za obnovu parka. Najpre se uvodi sistem za zalivanje na površini nešto većoj od 2ha. Uporedo sa uvođenjem sistema za navodnjavanje, vrši se i kompletna rekonstrukcija travnjaka na istim površinama. Zatečeno stanje 2013. godine, u pogledu reprezentativnosti centralnog dela parka, bilo je veoma loše. Zapušteni ružičnjaci, cvetnjaci i korovske biljke koje su dominirale na travnjacima u veoma visokom procentu

¹³JP "Direkcija za upravljanje u razvoj Banje Koviljače"

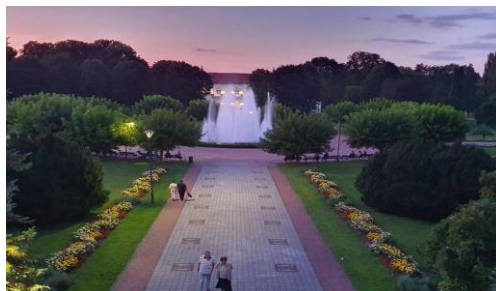
Je javno preduzeće koje je upravljalo i održavalo park u Banji Koviljači. Gašenjem direkcije 2017. godine ingerencije sa JP "Direkcije" prebacuju se na JP "Loznica razvoj" kao upravljača i KJP "Naš dom" kao izvođača radova na održavanju banjskog parka.

(preko 90%), odavale su utisak veoma neuređenog prostora. Loše stanje ruža u parku, koje je evidentirano još 1997. godine (Vujković, Brzaković, 1997) i nesklad u samom pejzažnom oblikovanju zahtevale su restriktivne mere. Izvršena je kompletna zamena i grupisanje ruža u posebnu celinu koja se pruža kružnom stazom, počev od zgrade stare banjske uprave pa sve do starog sumpornog bunara "Vuka Karadžića". Površina koja se nalazi danas pod ružama iznosi 542m², sa tendencijom proširivanja i pokrivena je sa 2170 komada različitih sorti ruža. Cvetne površine u parku danas se prostiru na površini od 1377m² od čega 20% pretstavljaju perenski zasadi. Celokupnu količinu cveća za potrebe parka, od 2014. godine, preduzeće proizvodi u sopstvenom pogonu koje ima kapacitet za 40.000 sadnica na godišnjem nivou. Uporedo sa ovim koracima, javila se i potreba za uređenjem prilaznog dela prema Kur-Salonu, gde je stvorena jedna potpuno nova kompozicija pažljivo uklopljena sa stilovima baroka koji egzistiraju u banjskom parku. Ovim parternim rešenjem povećana je dužina žive ograde od šimšira (*Buxsis sempervirens*) sa 75m na 530 m. Analiza stanja dendroflora parka u Banji Koviljači, urađena 2014. godine, dala je loše rezultate u pogledu razvoja denrofondi. Stoga je Zavodu za zaštitu prirode Srbije 2017. godine upućen zahtev za izdavanje uslova za izvođenje radova na sanaciji i revitalizaciju parka. Planirani radovi u prvoj fazi podrazumevali su kompletnu sanaciju dve najzapuštenije površine u banjskom parku, površina oko vile "Bosna" i vile "Koviljača" i površina duž ulice Filipa Kljajića, na kojoj su se pored velikog broja korovskih biljaka nalazile i naslage zemlje zaostale od posledica poplave 2014. godine. Predlog sanacije podrazumevao je uklanjanje suvih, bolesnih i invazivnih vrsta u parku od 148 stabala. Nasuprot tome, istim radovima, planirana je i introdukcija 198 novih stabala. Dosadašnjim radovima uklonjeno je tek negde oko 30% planiranih stabala, dok je broj posađenih stabala premašio planirani broj. Današnji broj stabala približan je popisu iz 1987. godine kada je na prostoru parka bilo 1664 stabala (projekat analize iz 1987). Posebna pažnja se poklanja izboru autohtonih vrsta kojima odgovaraju uslovi staništa koje sa pažljivo ukomponovanim alohtonim sortama i dekorativnim kultivarima, daju poseban karakter izgledu parka u Banji Koviljači.

Galerija slika: Park Banje Koviljače



Slika 4. Pogled sa Muzičkog paviljona



Slika 5. Fontana u sumrak



Slika 6. Cvetnjak



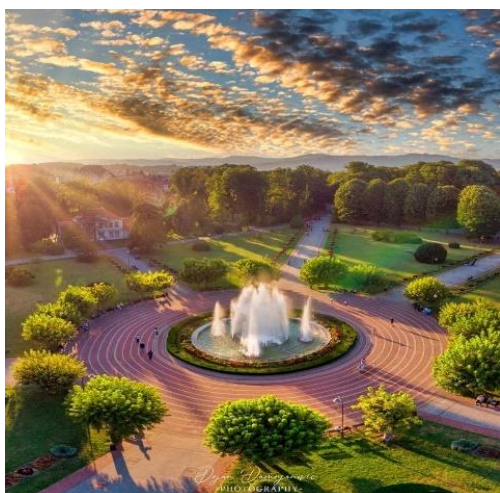
Slika 7. Jesen u parku,
<https://www.facebook.com/kursalonkoviljaca>



Slika 8. Zimska idila,
Dejan Damjanović



Slika 9. Prilaz KUR-SALONU



Slika 10. Centralni deo parka,
Dejan Damjanović



Slika 11. Jedan prolećni dan

Zaključak

Prema pisanim podacima na prostoru današnje Banje Koviljače nekada je postojala rimska varoš Genezis. Smeštena u podnožju planine Gučeva, na aluvijumu reke Drine, Banja Koviljača predstavlja jednu od najlepših banja u Srbiji, ali i izvan njenih granica. Nekad poznata kao Smrdan Banja, Banja Koviljača je prva banja koja je 1867. godine stavljena pod kontrolu državnih organa. Prema zapisima Vuka Stefanovića Karadžića, sam naziv Banja Koviljača potiče od dva tumačenja. Prvi se vezuje za jednu od omiljenih biljaka u našem narodu pod nazivom Kovilje (*Stipa pennata* L.) za koju kaže "po obližnim bregovima raste i na kom šumske vile spavaju".

Drugo tumačenje vezuje se za postojanje ostataka starog grada, poznatog kao Koviljkin grad, čiji se ostaci nalaze na obližnjem bregu iznad Banje Koviljače. Podizanje banje na evropski nivo vezuje se za 01. avgust 1898. godine kada je donet "Zakon o ustupanju Banje Koviljače narodu okruga podrinjskog u eksploataciju", izglasan u Narodnoj Skupštini, potvrđen potpisom Kralja i vlade. Park Banje Koviljače podignut je po uzoru na klasične evropske parkove tog vremena u periodu od 1898. do 1930. godine, a prve parkovske površine nastaju već 1899. godine. U novijoj istoriji za park u Banji Koviljači značajne su dve godine, 1989. kada skupština opštine Loznica donosi odluku o proglašenju kompleksa Banja Koviljača za kulturno dobro, kulturno istorijsku celinu, i stavlja pod zaštitu 20 ha površine. Drugi datum od velikog značaja je 24. jun 2015. kada Zavod za zaštitu prirode Srbije dostavlja studiju o zaštiti parka kao SP "Park Banja Koviljača". Banja Koviljača nalazi se u sklopu grada Loznice i od njega je udaljena 6 km, od Beograda je udaljena 143 km, od Novog Sada 136km, a granični prelaz sa Republikom

Srpskom nalazi se na svega 5 km. Odlikuje se umereno kontinentalnom klimom sa relativno toplim letima. Prosečna godišnja temperatura iznosi 11,5 °C, najtopliji mesec je jul (21,4 °C), dok je najhladniji januar(0,3°C). Srednja oblačnost iznosi 6.1 desetine pokrivenosti neba. Broj mutnih dana (sa oblačnošću većom od 80%) iznosi 126 dana i karakterističan je za drugu polovinu jesenjeg i zimskog perioda. Prosečna količina padavina za prostor Banje Koviljače kreće se u rasponu od 800 do 1000mm. Ukupna količina padavina u periodu od aprila do septembra iznosi nešto više od 56% što je od izuzetnog značaja za razvoj vegetacije. Dominantni vetrovi duvaju iz pravca jugozapada i severoistoka. Jaki vetrovi iznad 6 Bofora javljaju se u toku zime i proleća, dok prosečan broj dana sa jakim vetrovima iznosi 35. Zemljište je uglavnom aluvijalno deluvijalni nanos koji je od nastanka banje pa do danas trpio stalne promene pod uticajem antropogenih faktora. Park Banje Koviljače je osnovan na staništu asocijacije *Carpino-betuli-Quercetum roboris* (An.) Rauš. (šuma hrasta lužnjaka i običnog graba). Donji deo parka nalazi se na gotovo ravnom terenu izmedju 124 m.n.v. i 126mn.v.sa blagim nagibom prema severnoj ekspoziciji. Ovaj deo parka, poznatiji kao Donji park, prostire se na površini od 16,62ha od ulice Maršala Tita, pa do ulice 28. Slavonskih divizija kada teren počinje naglo da raste. Ovaj deo parka prostire se od ulice 28. Slavonskih divizija pa do granice sa Sanatorijumom i zauzima površinu od 10,63ha. Donji park urađen je po ugledu na barokne parkove tog vremena i zauzima površinu od oko 60% parka. U njemu se jasno uočavaju dve ose simetrije sa rubno razmeštenim objektima. Najznačajniji objekti nastali su u periodu od 1902. do 1933. godine kada su urađene parkovske kapije. Analizom dendroflоре parka izdvojene su 73 vrste drveća i 31 vrsta žbunja. Od ukupnog broja četinari učestvuju sa 24% vrsta dok lišćari učestvuju sa 46%, zbusnaste vrste učestvuju sa sledećim procentima: četinarsko šiblje 5%, zimzeleno šiblje 10%, listopadno šiblje 15%. Na teritoriji parka ukupno su identifikovana 104 taksona, od kojih autohtonih biljnih vrsta 26%, alohtonih 53%, dok različiti kultivari učestvuju sa 21%. Uporedne analize koje su rađene na prostoru parka pokazale su da je od 1987. pa do 2014. godine propalo više od 35% ukupnog dendrofonda. Kako bi se sprečilo dalje smanjenje broja vrsta i kako bi se prostor parka podigao na još viši nivo pokrenuti su ogovarajući koraci ka ostvarivanju tog cilja. Uvođenje sistema za navodnjavanje, sanacija i rekonstrukcija travnjaka, rekonstrukcija cvetnih površina, rekonstrukcija zasada pod ružama, uvođenje novih elemenata pejzažnog oblikovanja, kao i radovi na sanaciji postojećeg dendrofonda uključujući introdukciju novih vrsta imaju za cilj da osiguraju opstanak i razvoj ovog prostora i za buduće generacije.

Literatura:

- Brzaković U. (1997): Rekonstrukcija parka u Banji Koviljači, Šumarski fakultet, Beograd, Diplomski rad
- Institut za šumarstvo i unapređenje životne sredine(1987): Projekat analize postojećeg stanja i sanacije parkovskih površina Banje Koviljače, Institut za šumarstvo i unapređenje životne sredine, Beograd, Projekat
- Mijanović, O. Vukićević E. (1977): Osvrt na floristički sastav parka Banje Koviljače, Glasnik Šumarskog fakulteta, Serija C, br.51, Beograd, str. 35-55
- Mitrović G. (2006): Istraživanje, zaštita i revitalizacija graditeljskog nasleđa u Banji Koviljači, Zbornik radova sa naučnog skupa: Banjska i klimatska mesta Srbije – planiranje, uređenje, zaštita, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture – Beograd, str. 115-124.
- Vujković Lj, Brzaković U.(1996-1997): Valorizacija parka u Banji Koviljači radi očuvanja njegovih bioloških i kompozicionih vrednosti, Glasnik Šumarskog fakulteta br. 78-79 beograd, str. 29-42
- Vulović V. (2013): Kraljevska Banja Koviljača, Banja Koviljaca
- Zavod za zaštitu prirode Srbije (2011): Studija o zaštiti Spomenika Prirode "Park Banje Koviljače",Zavod za zaštitu prirode Srbije, Beograd.

Linkovi:

<http://sr.wikipedia.org/>

<http://www.gradloznica.com/>

<https://www.hidmet.gov.rs/>

WALKING TRAILS OF SERBIAN KINGS – THE BANJA KOVILJACA PARK

Branko Milošević, Grad. eng. of Landscape Architecture

*PUC "Nas Dom", Loznica
brankomilosevic81@gmail.com*

Summary

Located at the foot of Gučevo Mountain, on the alluvium of the Drina River, Banja Koviljača is one of the most famous spas in Serbia. As stated by a large number of authors, in the area of today's Banja Koviljača there used to be a Roman town called Genezis, so it is assumed that the healing properties of the spa were known even back in the Roman times. The first written traces of the then Smrdan Banja can be found in the writings of Feliks Kanic and Vuk Stefanovic Karadzic. On June 8, 1860, Feliks Kanic visited this part of Podrinje and wrote "Smrdan Banja is one of the most exquisite spas in the Balkans". Smrdan Banja is the first spa that was placed under the control of state authorities in 1867 when it officially got its current geographical name Banja Koviljača. The park in Banja Koviljaca has been one of the most famous health resorts in Serbia and beyond since ancient times. Favorable climatic conditions, healing sources and richness of indigenous and allochthonous vegetation, carefully combined with Baroque styles of construction, have made this area one of the most important and most beautiful parks in Serbia today. Considering the importance of one of the most beautiful landscape and architectural units, the complex of Banja Koviljača was proclaimed a Spatial Cultural and Historical Unit on a 20 ha area by the decision of the Municipal Assembly of Loznica in 1989, while the Institute for Nature Conservation of Serbia submitted to the competent ministry the study of protection of MN "Banja Koviljača" on 24 June 2015, thus fulfilling the conditions for the initiation of the procedure for the protection of this natural area. The analysis of bioclimatic parameters revealed that spring and autumn conditions are the most comfortable for visitors, when they spend most of their time outdoors. As climate projections predict an increase in average annual temperatures and a decrease in annual rainfall, that indicates that Banja Koviljaca is a real spa and tourist center. Previous research has valorised the dendroflora of the park itself. The results obtained undoubtedly speak of a negative tendency of the park development. Based on analyses, the park has lost more than 35% of its total dendrofund over the past decades. In the 2014 inventory, a total of 104 species were identified in the territory of the park. Out of these,

26% belong to autochthonous plant species, 53% belong to allochthonous ones, while the share of different cultivars is 21%. The most common species in the park are *Pinus nigra* (188 specimens), *Tilia argentea* (150 specimens), followed by *Picea abies* (93 specimens), *Aesculus hippocastanum* (86 specimens), *Acer negundo* (52 specimens). By analyzing all parameters of earlier valorisations, a proposal for the rehabilitation and revitalization of the spa complex was made, which is already successfully implemented in order to sustainably manage the park.

Keywords: Banja Koviljaca, spa tourism, dendroflora, sustainable management

OBLIKOVANJE VIRTUELNOG OKRUŽENJA SA MODELIMA BIODIZAJNA U HORTIKULTURNOJ TERAPIJI

Biljana Jović i Anđela Stanojević

*Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu,
Beograd, biljana.jovic@sfb.bg.ac.rs*

Tehnologije virtuelne stvarnosti (Virtual Reality - VR) kao alat u hortikulturnoj terapiji

Upotreba različitih tehnologija virtuelne stvarnosti danas je široko rasprostranjena. Od primene u medicini, građevinarstvu, prodaji i marketingu, do arhitekture, sve je više metoda i načina korišćenja pomenutih tehnologija. VR tehnologije ili tehnologije virtuelne realnosti obuhvataju kompjuterske alate radi generisanja virtuelnog okruženja odnosno jedinstvenog sklopa vizuelnih, zvučnih i drugih čulnih iskustava za njene korisnike. Dva smera delovanja jeste karakteristika ovih tehnologija odnosno dvostrana interakcija između korisnika i samog virtuelnog okruženja. Virtuelno okruženje jeste trodimenzionalni generisan prostor koji može biti interaktivan i koji korisnici doživljavaju posredstvom čula. Ipak, iako je kreirano okruženje virtuelno odnosno nestvarno, ono je deo stvarnog, realnog sveta. Proširena realnost (AR – augmented reality) je takođe veoma aktuelna, u sve široj upotrebi i predstavlja tehnologiju bližu realnosti, tačnije dopunjenu realnost gde je korisnikova percepcija sveta dopunjena u vidu slike ili zvuka u realnom okruženju. Da bi se pristupilo virtuelnoj stvarnosti, osim odgovarajućih softvera, potrebna je i odgovarajuća oprema poput VR naočara (Slika 1) i rukavica (Slika 2). Primena ovih pomagala nije nova, jer ih često upotrebljavaju osobe sa posebnim potrebama. Jedna domaća kompanija - Anoris technologies (<https://anora.rs/> posećeno 15.1.2023.) – razvija pametne rukavice za slepe i slabovide osobe koje omogućavaju lakše snalaženje u prostoru i druge čulne spoznaje (Slika 2). Kako je primena alata za virtuelnu stvarnost već prepoznata kao pomagalo u medicini (posebno u omogućavanju doživljaja raznih čulnih iskustava osobama sa posebnim potrebama), a kreiranje virtuelnih svetova koriste se u industriji video igrice, spajanjem ove dve, naizgled različite oblasti, otvara se mogućnost primene ovih tehnologija i u oblasti hortikulture terapije.



Slika 1. VR naočare Brenda i-JMB za mobilni telefon. (Izvor: Anđela Stanojević).



Slika 2. Pametna rukavica firme Anoris technologies (Izvor: <https://anora.rs/>).

Pozitivan uticaj prirode na ljudsku populaciju, na njeno fizičko i mentalno stanje je poznato. Hortikulturna terapija, kao jedan vid terapije, koristi različite elemente prirode u cilju poboljšanja zdravlja ali i opšteg stanja kod ljudi. Definicija hortikulturne terapije Univerziteta Antioch University New England i zajednice Community Garden Connections (CGC) veoma često se koristi i glasi: Hortikulturna terapija jeste proces upotrebe biljaka i prirodnog sveta radi poboljšanja socijalnog, duhovnog fizičkog, mentalnog i emocionalnog blagostanja pojedinaca koji u procesu učestvuju. Postoje različiti oblici hortikulturne terapije koji zavise od tipa korisnika i aktivnosti definisane programom, kao i od samog cilja terapije. Korisnici mogu biti osobe sa smetnjama u razvoju, deca ometena u razvoju, ratni veterani, i mnogi drugi. Kako je stres uzročnik mnogih bolesti (psihosomatskih, kardiovaskularnih i drugih), posebni oblici hortikulturne terapije mogu imati pozitivan efekat u redukciji stresa i prevenciji mnogih oboljenja. Osnovni elementi hortikulturne terapije jesu definisan cilj i program aktivnosti, terapeutska bašta ili hortikulturni vrt. Glavni akteri jesu hortikulturni terapeut i korisnici. Prema definiciji Američkog Udruženja za Hortikulturnu Terapiju, hortikulturni terapeut jeste stručno lice sa temeljnim znanjima o biljkama, humanoj nauci, ali i principima i iskustvima u primeni hortikulturne terapije. Navedenim znanjima kojima hortikulturni terapeut mora vladati, može se pridodati i tehnološka pismenost koja obuhvata znanje o

upotrebi tehnologija virtuelne i proširene stvarnosti prilagodjene cilju i programu same hortikulture terapije. Tokom Covid-19 globalne pandemije, zabeležen je povećan nivo stresa (kao i različitih psiholoških stanja poput depresije i drugih) kod građana, posebno tokom perioda zatvaranja. Omogućavanjem virtuelnog pristupa hortikulturnoj terapiji moguće je da bi u sličnim situacijama od velikog značaja bila psihološka podrška dostupna preko različitih aplikacija.

Cilj ovog rada jeste istraživanje mogućnosti povezivanja tehnologija virtuelne stvarnosti (VR) za potrebe hortikulture terapije, odnosno ispitivanje procedura za oblikovanje virtuelnog okruženja u vidu hortikulturnog vrta sa modelima biodizajna koje bi hortikulturni terapeut mogao samostalno da primenjuje u saradnji sa pejzažnim arhitektom. Rezultati istraživanja predstavljaju smernice u vidu procedura oblikovanja virtuelnog okruženja za potrebe ostvarivanja hortikulture terapije, koje mogu predstavljati vid stručnog usavršavanja hortikulturnih terapeuta i pejzažnih arhitekta.

Procedura rada

Kako bi se definisao pravi geometrijski i dizajnerski model za generisanje virtuelnog hortikulturnog vrta, potrebno je upoznati se sa osnovnim programima hortikulture terapije. Nakon odredjivanja programa hortikulture terapije, tipa korisnika i dizajna hortikulturnog vrta, sledi odabir digitalnih alata za generisanje virtuelnog hortikulturnog vrta i definisanje procedura rada.

Osnovni programi hortikulture terapije i definisanje dizajna hortikulturnog vrta

Definisan cilj, program aktivnosti i terapijska bašta ili hortikulturni vrt jesu važni elementi za ostvarivanje hortikulture terapije. Primarni ciljevi hortikulture terapije mogu biti: Fizički (poboljšanje motornih veština – fine i grube motorike, ravnoteže, snage i dr.), Kognitivni (poboljšanje govornih veština, memorije, usavršavanje veština, koncentracije i dr.), Emocionalni (poboljšanje samopouzdanja, osećaja sigurnosti i nege, redukcija stresa i dr.), Senzorna stimulacija (povezana tesno sa kognitivnim i emocionalnim ciljevima), Socijalni (usavršavanje komunikacije i povezanosti sa porodicom) i Integracija u zajednicu (veća prisutnost u grupama radi nalaženja novih poslovnih prilika). Postoje tri tipa hortikulturnih programa: stručni (vocational), terapijski (therapeutic) i socijalni (social). Stručni programi se fokusiraju na razvoj veština koje mogu dovesti do osamostaljivanja korisnika, usled doživljene povrede, invaliditeta ili bolesti. Terapijski programi su formirani sa ciljem da pomognu u opštem oporavku i isceljenju. Društveni programi su usmereni često na aktivan rad u hortikulturnom vrtu koji doprinosi očuvanju opšteg zdravlja. Sva tri programa mogu biti

aktivna i pasivna. Aktivni programi često obuhvataju fizičku aktivnost u vidu rada u vrtu, dok se pasivni često fokusiraju na izazivanje čulnih doživljaja.

Uzimajući u obzir ciljeve i moguće programe koji se mogu ostvariti u hortikulturnoj terapiji, izdvajaju se sedam osnovnih principa za dizajn terapeutskih bašta odnosno hortikulturnih vrtova (Tabela 1).

Tabela 1. Sedam osnovnih principa za dizajn terapeutskih bašta odnosno hortikulturnih (isceliteljskih) vrtova.

1. Pravedna upotreba: bašta odgovara svim korisnicima, ne izdvajajući pojedine
2. Fleksibilnost u upotrebi: prilagodljivost širokom spektru individualnih preferencija i sposobnosti korisnika
3. Jednostavna i intuitivna upotreba: razumljiva i čitljiva
4. Jasne i uočljive informacije
5. Tolerancija za greške: minimizirati opasnosti i mogućnosti dizajnerskih grešaka u cilju obezbeđivanja bezbednog i sigurnog okruženja.
6. Nizak fizički napor: odgovarajući nivo napora u skladu sa programom
7. Veličina i prostor za upotrebu: prilagođenost svim korisnicima

Definisani cilj i program hortikulturne terapije na kome se bazira dalje istraživanje u ovom radu, spada u grupu emocionalnih ciljeva – redukcija stresa, i formiranje odgovarajućih terapijskih programa pasivnog karaktera, uzimajući u obzir upotrebu tehnologija virtualne stvarnosti. Planom je predviđeno omogućavanje virtualnog boravka korisnika u hortikulturnom terapijskom vrtu, kao i vizuelnu percepciju kao čulni doživljaj pri virtualnom boravku u njemu (Slika 3).



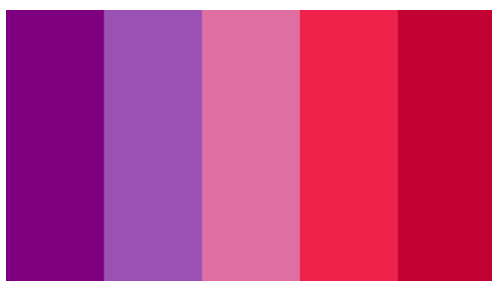
Slika 3. Plan hortikulturnog vrta (Izvor: Anđela Stanojević).

Dizajn hortikulturnog terapijskog vrta za potrebe ovog istraživanja obuhvata sledeće elemente:

1. Osnova vrta predstavlja šema jednosmernog lavirinta (Slika 4)
2. Definisane tri zone u vrtu prema prikazanoj šemi boja (Slika 5)
3. Biljni material je izabran prema šemi boja (Tabela 2)
4. Modeli biodizajna su postavljeni u centar hortikulturnog vrta



Slika 4. Šema jednosmernog lavirinta (Izvor: Anđela Stanojević).



Slika 5. Šema boja (Izvor: <https://www.schemecolor.com/red-and-purple-color-scheme.php>).

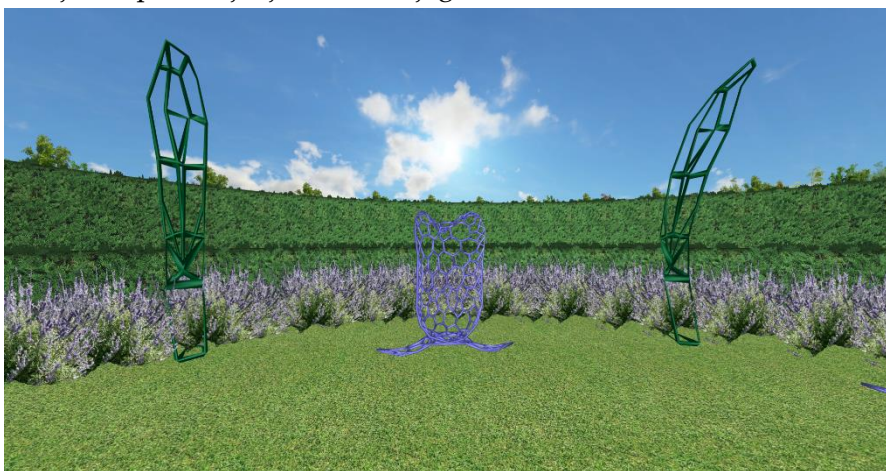
Tabela 2. Biljni materijal prema zonama u hortikulturnom terapijskom vrtu.

Zona znaka STOP	Zona prelaza i igre	Zona mira i meditacije
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Erica sp.</i>	<i>Lavandula officinalis</i>
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	<i>Achillea "Pink"</i>	<i>Juniperus chinensis</i>
<i>Leucothoe "Little Flames"</i>	<i>Geranium "Wargrave Pink"</i>	<i>Montana Moss® - Juniperus chinensis</i>
<i>Juniperus chinensis Montana Moss®</i>	<i>Spiraea Arguta</i>	<i>Budleja svetlo ljubičasta</i>
<i>Juniperus chinensis</i>	<i>Tamarix ramosissima</i>	
<i>Berberis bagatelle</i>		
<i>Acer negundo</i>		

Jednosmerni lavirint – šema (Slika 4), odabrana je kao osnova za dizajn hortikulturnog vrta. Postoje istraživanja koja govore o pozitivnom delovanju lavirinta na mentalno zdravlje. Veruje se da kretanjem kroz lavirint podstiče kreativnost i zadovoljstvo pri šetnji. Tri zone u hortikulturnom vrtu formirane su prema šemi boja - crvena, nežno roze i ljubičasta ka plavoj boji. Poznato je da boje imaju veliki uticaj na raspoloženje ljudi i njihovo emocionalno stanje. Vizuelizacija kao sredstvo za redukciju stresa često se savetuje od strane različitih psihologa. Jedan od važnih elemenata vizuelizacije jeste i adekvatan odabir boja koje se zamišljaju. Plava boja predstavlja umirujuću boju, dok je ljubičasta boja ona koja podstiče kreativnost. Nežno roze obezbeđuje prelaz ka umirujućoj zoni vrta. Tehnika znaka stop jeste zanimljiva tehnika za vizuelizaciju koja je takodje primenjena u hortikulturnom vrtu. Zato se na samom početku vrta nalazi crvena lopta u vidu statue, koja podseća da je potrebno ostaviti sve uzroke stresa sa kojim se suočavaju korisnici i reći „STOP”.

Modeli biodizajna u hortikulturnoj terapiji

Biodizajn predstavlja upotrebu prirodnih elemenata u dizajnu, i koristi se u različitim oblastima. Poznato je da prirodne forme i obrasci pozitivno deluju na čoveka, pa je sama njihova primena i integracija u dizajn veoma značajna. U struci pejzažne arhitekture, prirodne forme i obrasci se mogu integrisati u dizajn urbanog mobilijara, sa kojim se često srećemo u urbanim sredinama. Za ovo istraživanje, modeli biodizajna jesu kreirani 3D modeli inspirisani biljnom vrstom *Campanula persicifolia* L. u obliku klupe i kandelabra (Slika 6). Dva modela postavljena su u sam centar hortikulturnog terapijskog vrta – u zoni mira i meditacije. Kao deo virtuelnog okruženja, predstavljaju drugi vizuelno-edukativni izazov kroz identifikaciju biljne vrste po kojoj je urbani mobilijar izrađen. Time se i zaokružuje ceo program hortikulturne terapije – izolovanje stresa, fokusiranje uma na rešavanje vizuelnog izazova radi jačanja logičkih sposobnosti i na kraju usvajanje novih znanja kroz vizuelno-edukativni izazov radi jačanja samopouzdanja i uspostavljanja unutrašnjeg mira.



Slika 6. Modeli biodizajna (Izvor: Anđela Stanojević).

Rezultati rada i diskusija

Oblikovanje virtuelnog okruženja - hortikulturnog terapijskog vrta i njegova predstava u vidu 360° VR videa

Nakon kreiranja finalnog dizajna hortikulturnog terapijskog vrta u vidu 3D okruženja sa integrisanim biodizajnerskim konceptualnim rešenjima (modelima biodizajna), sledi oblikovanje 3D modela hortikulturnog terapijskog vrta u virtuelno okruženje - 360° VR video.

360° video tehnologija predstavlja uvod u svet virtuelnih tehnologija. Savladavanjem metoda formiranja ovih video zapisa, moguće je upoznati se sa svim

potrebnim aspektima koji obuhvataju ovu virtuelnu industriju: od fizičke opreme (VR naočara za mobilni telefon i komputera do rukavica), različitih VR editora za kreiranje raznih sadržaja do VR aplikacija za njihov pristup i gledanje. Ipak, postoji nekoliko razlika između 360° VR videa i interaktivnog virtuelnog okruženja. U domenu fotografija, 360° video tehnologija uglavnom koristi fotografije iz realnog okruženja, osim u slučaju kada su one generisane iz samog 3D modela. Interaktivno virtuelno okruženje zahteva kreiranje aktivnog virtuelnog sveta u kome se mogu menjati elementi dizajna od strane korisnika. U domenu mobilnosti, u interaktivnom virtuelnom okruženju moguće je kretati se slobodno, dok 360° video tehnologija koristi definisane pravce, i to najčešće panoramski prikaz kao osnovu za dalje generisanje videa, kao i sferični panoramski prikaz radi potpunog zatvaranja virtuelnog okruženja.

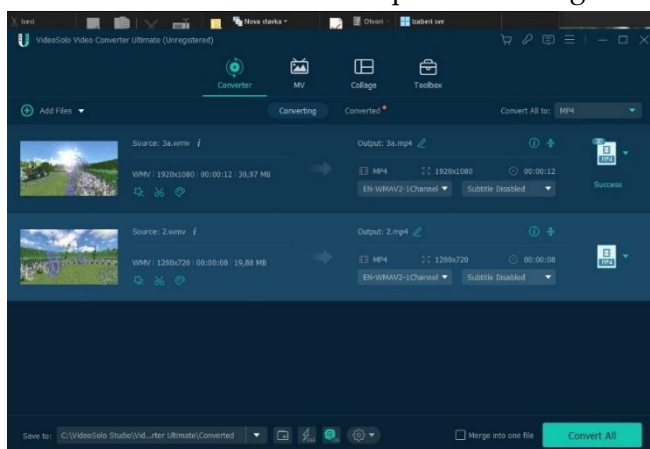
Jednostavan prikaz modela hortikulturnog terapijskog vrta moguće je sprovesti i upotrebom 2D softvera za uređivanje slika. Prvo je potrebno eksportovati kružno (panoramsko) okruženje u vidu niza slika bilo kod formata iz 3D softvera u kome je kreiran 3D model hortikulturnog terapijskog vrta. Da bi se ovo postiglo, potrebno je podesiti centar orijentacije i glavnu horizontalnu liniju. Nakon eksportovanja, slike se importuju u 2D softver za uređivanje slika, u kome se kreira panoramski pano na kome se slike podešavaju kako bi se kreiralo panoramsko okruženje. Panoramsko okruženje moguće je generisati i u posebnim aplikacijama. Upotrebom opcije kreiranja sferičnog panoramskog okruženja od prvo kreiranog panoramskog, dobija se 3D okruženje u kome je moguće koristiti i 3D objekte poput modela biodizajna. Rezultat ovog metoda jeste eksportovanje slike u bilo kom formatu, koja obuhvata prikaz niza od 360° slika (Slika 7).



Slika 7. Panoramski 2D prikaz (Izvor: Anđela Stanojević).

Samo oblikovanje 3D modela hortikulturnog terapijskog vrta u virtuelno 360° okruženje, zahteva prvo ekstrakciju video materijala. U softveru za 3D modelovanje (u kome je kreiran 3D model hortikulturnog terapijskog vrta), u centru dizajna (čije je definisanje olakšano odabirom kružnog lavirinta) postavlja se kamera i podešava se njeno kružno kretanje. Nije neophodno da kretanje bude kružno (približno panoramski),

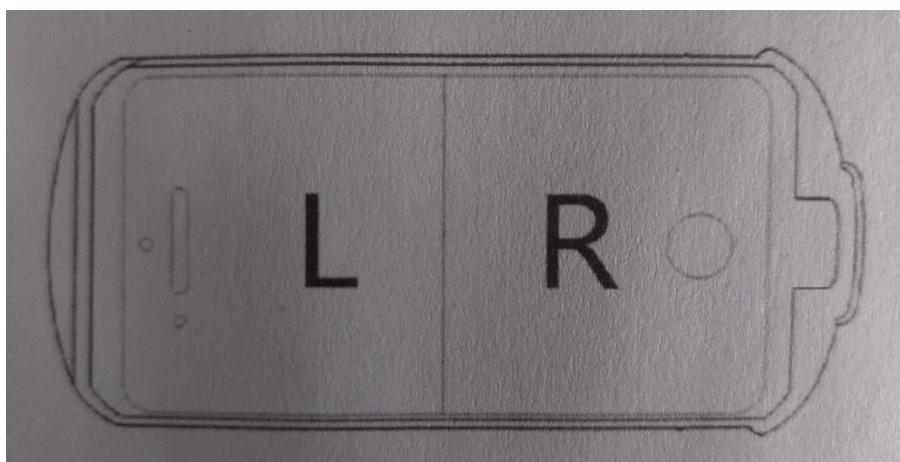
moguće je prilagoditi kretanje kamere prema sopstvenom nahodjenju. Većina aktuelnih softvera za 3D modelovanje ima opciju korišćenja kamera. Nakon kreiranja video materijala, dalje uređivanje se premešta u poseban VR editor odnosno konvertor video materijala u VR sadržaje. U ovom istraživanju je korišćen VideoSolo konvertor. Lak za korišćenje, jasnih uputstava i sa puno opcija za konvetovanje, VideoSolo predstavlja sjajan alat za kreiranje VR sadržaja (Slika 8). Nakon odabira pravog formata i rezolucije videa, proces konverzije se dešava relativno brzo. Za potrebe ovog istraživanja, a u skladu sa dostupnom opremom – VR naočarima i-JMB Brenda za upotrebu na mobilnim telefonima, odabrani formati 360° VR videa su mp4 – 3D left-right i 3D red-blue.



Slika 8. VideoSolo konvertor (Izvor: Anđela Stanojević).

3D left-right i 3D red-blue VR video sadržaji

U ovom radu predstavljen je metod oblikovanja virtuelnog okruženja za potrebe ostvarivanja hortikulturne terapije u vidu 360° videa. Metod rada obuhvata prethodno kreiranje virtuelnog hortikulturnog terapijskog vrta i video materijala koji se dalje mogu koristiti u formiranju 360° VR video sadržaja. Uz pomoć posebnog VR konvertora, izradjeni su VR 360° video materijali. Rezultat istraživanja jesu dva video zapisa mp4 I MOV formata – 3D left-right i 3D red-blue (Slika 9 i Slika 10), koji se mogu koristiti za gledanje pomoću VR naočara. Moguće je instalirati i poseban VR softver za gledanje ovih sadržaja, radi boljeg doživljaja.



Slika 9. 3D left-right (Izvor: Anđela Stanojević).



Slika 10. 3D red-blue ambijent (Izvor: Anđela Stanojević).

Zaključak i pravci daljih istraživanja

Upotreba različitih vrsta virtuelnih tehnologija je danas veoma široko zastupljena. Kreiranjem novih virtuelnih svetova praktično nema oblasti na koju tehnologija nije u određenoj meri uticala. Tehnologija definitivno predstavlja veoma koristan alat za unapredjenje pejzažnoarhitektonske struke. Primena tehnologija virtuelne stvarnosti može biti od velike koristi u daljem razvoju hortikulturene terapije kao pogodan digitalni alat. Ovo istraživanje određuje osnovne procedure oblikovanja virtuelnog okruženja

(virtuelnog hortikulturnog vrta) u vidu 360° videa, koji mogu koristiti hortikulturni terapeuti i pejzažne arhitekте. Takodje, obuhvata i integraciju modela biodizajna kao novih elemenata hortikulturnih vrtova u virtualnoj stvarnosti. Istraživanje efekata virtualnih hortikulturnih terapija na njene korisnike i stepen benefita koji se na njih ostvaruje predstavlja jedan od daljih mogućih pravaca ovog istraživanja. U oblasti virtualnih tehnologija, dalja istraživanja mogu obuhvatati unapredjenje oblikovanja virtualnih hortikulturnih vrtova u smeru veće aktivnosti, dodavanjem interaktivnog karaktera prostoru i njegovim elementima. Nastavak ispitivanja mogućnosti integracije modela biodizajna, kao i efekta i benefita koji oni ostvaruju u interakciji sa korisnicima, takođe je jedan od daljih pravaca istraživanja. Pozitivan uticaj prirode u virtualnim okruženjima, čuva se veza čoveka sa prirodom, odnosno čuva se veza sa stvarnošću.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Jović, B. (2018): Biomimetički principi u pejzažnoarhitektonskom dizajnu, Simpozijum Pejzažna hortikultura 2018, Zbornik predavanja, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija
- Jović, B.; Mitić, A. (2019): Introduction of Nature Forms through Urban Design: Biomimetic Method In The Process Of Designing Candelabra Model. 12th Asian Forum of Graphic Sciences (AFGS 2019), 9-12 August, 2019, Kunming, China (Book of abstracts pp 44-45, Full paper in Electronic Proceedings No. ID 32 pp 1-6, <http://afgs2019.cgn.net.cn/>)
- Vujcic, M.; Tomićević-Dubljević, J.; Grbic, M.; Lecic-Tosevski, D.; Vukovic, O.; Toskovic, O. Nature based solution for improving mental health and well-being in urban areas. Environmental Research, 2017, Volume 158, Pages 385-392.
- Hopthrow, R.L. The Labyrinth: Reclaiming an Ancient Spiritual Tool for a Modern Healthcare Setting. THE JOURNAL OF HEALTH CARE CHAPLAINCY 2010, Volume 10, page 61.
- Ueafuea, K.; et al. "Potential Applications of Mobile and Wearable Devices for Psychological Support During the COVID-19 Pandemic: A Review," in IEEE Sensors Journal, vol. 21, no. 6, pp. 7162-7178, 15 March 2021, doi: 10.1109/JSEN.2020.3046259.
- American Horticultural Therapy Association. Available online: <https://www.ahta.org/about-horticultural-therapy> (pristup 5.1.2023.)

- Stewart, M. Horticulture Therapy Workbook. Community Garden Connections (CGC), Antioch University New England, 2016. (<https://www.antioch.edu/wp-content/uploads/2020/11/0411953horticulture-therapy-workbook.pdf>)
- Hortikulturna terapija u Arboretumu Šumarskog fakulteta. Available online: <https://www.sfb.bg.ac.rs/fakultet/zasticena-prirodna-dobra/arboretum/hortikulturna-terapija/> (pristup 15.1.2023.)
- Vujčić, M.; Tomićević-Dubljević, J. ЗЕЛЕНИЛО КАО ОДГОВОР НА СТРЕС УРБАНЕ ПОПУЛАЦИЈЕ. Glasnik Šumarskog fakulteta 2017, 115, 185-198.
- Lin T, Huang C, Hsu H, Liao J, Cheng VY, Wang S, Guo J. Effects of a Combination of Three-Dimensional Virtual Reality and Hands-on Horticultural Therapy on Institutionalized Older Adults' Physical and Mental Health: Quasi-Experimental Design. J Med Internet Res 2020, 22(11), e19002. doi: 10.2196/19002.
- Jović, B.; Čučaković, A.; Mitić, A.; Golubović Ćurguz V. and Chemarum, B. INTERPRETING PARAMETRIC-BIOMIMICRY DESIGN FROM CAD TO BIM SOFTWARE: DIGITAL MODELLING BASED ON A SKETCH OF NANDI FLAME, „8th International Conference moNGeometrija, Belgrade, Serbia, 10.-12. September, 2021.
- Jović, B.; Mitić, A.; Golubović Ćurguz V. and Chemarum, B. (2021): Urban installations as 3d models inspired by sketch of Nandi flame, SMARTART Second International Conference of the Faculty of Applied Arts in Belgrade ART AND SCIENCE APPLIED: EXPERIENCE AND VISION, Belgrade, 23–25 September, 2021., Conference proceedings pp. 266-284, ISBN 978-86-80245-45-4
- Jović, B.; Lušićić Liik, I.; Olujić, I. (2022): BIODESIGN; AL – Augmented Lecture, Invited by Center for the Promotion of Science – AL on International Conference “OpenSciComm”, Belgrade, Serbia, Museum of Yugoslav film archive 24.11.2022. International Art and Science project Curious 2022; University of Arts, Faculty of Drama Arts, Laboratory for Interactive Arts, Belgrade, Serbia.

KIŠNE BAŠTE (BIORETENZIJE) KAO TEHNIKA ODRŽIVOG UPRAVLJANJA ATMOSFERSKIM VODAMA

Nadežda Stojanović

Univerzitet u Beogradu,

Šumarski fakultet,

Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu, Beograd

nadezda.stojanovic@sfb.bg.ac.rs

Uvod

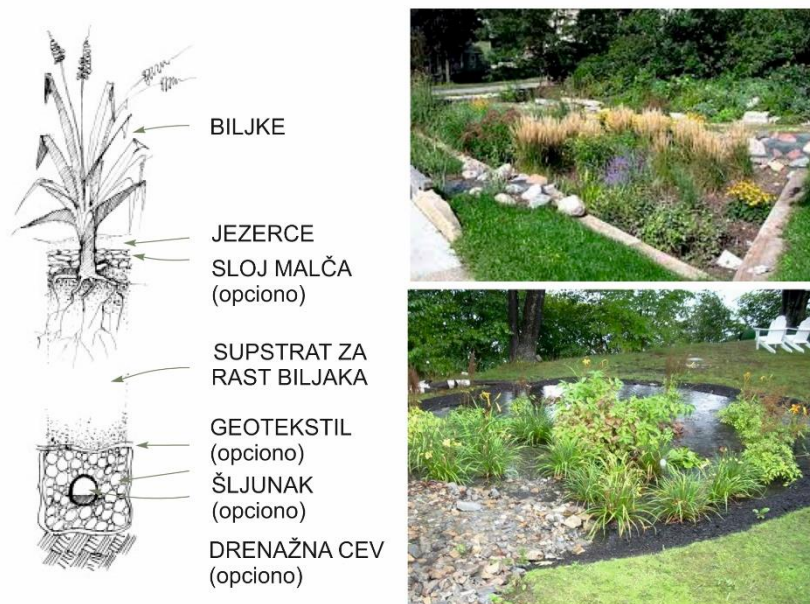
Atmosferske vode su one vode koje se gravitacijom kreću po tlu i ulivaju se u bare, jezera, mora, potoke, reke i okeane. Promene postojećeg oblika terena nastale usled različitih korišćenja zemljine površine, utiču na promene u obrascima oticanja atmosferskih (padavinskih) voda u pogledu smera, brzine i obima njihovog kretanja (Dunnett & Clayden, 2007). Ova pojava posebno je izražena u gradskim sredinama gde imamo značajno prisustvo nepropusnih površina, usled čega gradska zemljišta gube veliki deo svog prirodnog kapaciteta za njihovu infiltraciju (National Association of City Transportation Officials, 2017). Kako bi se sanirao povećani kapacitet i brzina oticanja atmosferskih voda izgrađuju se razni odvodni sistemi, kao što su drenažni kanali, rigole, ivičnjaci, oluci, kišni kanalizacioni sistemi i dr., koji usmeravaju i odvede padavinske vode najčešće do najbliže vodene površine.

Postoji nekoliko posledica na životnu sredinu koji mogu biti rezultat promena u načinu odvodnjavanja atmosferskih voda, a najznačajnije su one ekološke: pojava poplava, smanjenje količine podzemnih voda uzrokovano smanjenim intenzitetom infiltracije padavinskih voda, veći intenzitet erozije zemljišta i sedimentacije prouzrokovani većim količinama i brzinama oticanja padavinskih voda, povećano zagađenje podzemnih voda i zemljišta, jer padavinske vode veliki deo nečistoća (soli, pesak, otpad, čestice prašine i raznih zagađivača iz izduvnih gasova i sl.) nose sa sobom.

Do skora problem viška voda na zemljinoj površini rešavao se njenim uklanjanjem, prenosom (kanalizacionim sistemom, kanalima i sl.) do najbliže vodene površine, pri čemu se nije uzimao u obzir uticaj ovih isporučenih voda na novu sredinu. Ova praksa je imala kumulativni efekat na životnu sredinu i generalno kvalitet vode. Novija praksa upravljanja padavinskim vodama prepoznala je potrebu regulacije viška vode, prvenstveno na mestu njenog nastanka (Dunnett & Clayden, 2007).

Svaki pejzažni projekat treba da ima za cilj minimalizaciju hidroloških problema očuvanjem i održavanjem prethodnih obrazaca odvodnjavanja atmosferskih voda u najvećoj mogućoj meri. Shodno tome u pejzažnim projektima potrebno je primeniti i odgovarajuće tehnike koje će uticati na zadržavanje, skladištenje i infiltraciju padavinskih voda na samom mestu njihovog nastanka.

Bioretenzije predstavljaju jednostavanu tehniku koji pruža mogućnost za održivo upravljanje atmosferskim vodama uz pomoć zelenila i vegetacije. U bioretenzijama drvenaste biljke su najznačajniji faktor u regulaciji oticanja padavinskih voda, prvenstveno zbog procesa evapotranspiracije. U tom smislu, najbolju biorezervaciju vrši širokolisno zimzeleno drveće i žbunje, jer tokom cele godine zadržava veću površinu listova. Danas postoji širok spektar primena bioretencija koje se mogu podizati na zelenim površinama.



Slika 1. Standardan presek kroz bioretenziju
(Izvor: Dunnett & Clayden, 2007, modifikovano)

Konstrukcija bioretenzija

U tehničkom smislu može se reći da je bioretenzija zasađena depresija u terenu koja je dizajnirana tako da prihvati svu ili u što većem obimu atmosfersku vodu koja dolazi od padavina, ali i onu koja se slivaja sa krovova, pločnika ulica ili drugih nepropusnih površina (Slika 1) (Dunnett & Clayden, 2007).

Funkcije bioretenzija

Bioretenzije u pejzažu mogu imati ekološki u estetsku funkciju. U ekološkom smislu, one posebno mogu biti efikasne u poboljšanju mikroklimatskih uslova područja. Svaki projekat u kojem biljke i zelenilo zamenjuju tvrdo popločane površine, uticaće na poboljšanje mikroklimatskih karakteristika područja. U tom smislu, krošnje biljaka obezbediće zasenu (smanjenje insolacije, što je posebno značajno tokom letnjeg perioda), ali će takođe uticati i na smanjenje temperature i poivećanje vlažnosti vazduha.

Što bioretenzije sadrže više raznovrsnih vrsta biljaka i što im je površina veća, to je veća i njihova ekološka funkcija u pejzažu. Ovde se posebno misli na obezbeđenje staništa mnogim drugim vrstama. Bioretenzije obično podižemo od autohtonih vrsta biljaka, najčešće od perena i različitih vrsta trava, žbunja, ali i drveća. Najčešći stanovnici kišnih bašti su ptice i insekti, ali i mnogi beskičmenjaci, skriveni ispod biljaka ili u zemljištu (Steiner & Domm, 2012).

Izgradnja bioretenzija može biti i efikasna tehnika za prečišćavanje mnogih vrsta zagađenih, sivih voda. Zagađivači vode mogu biti organski materijali (ulje, nafta i sl.) ili neorganski materijali, kao na primer teški metali. Zagađivači voda mogu biti i neke od materija kao što su đubriva ili životinjski otpad, koji ako dospeju u potoke ili reke mogu izazvati problem prekomernog rasta biljaka i algi. Međutim, treba napomenuti da iako se prečišćavanje vode odvija u bioretenzijama (vodenim površinama zadsađenim biljkama), ovde nije sama sadnja biljaka ključna za prečišćavanje vode, već i samo zemljište i aktivnost mikroorganizama (Dunnett & Clayden, 2007). Međutim, biljke imaju važnu funkciju u povećanju propustljivosti zemljišta stvaranjem sekundarnih pora u zemljištu, sprečavanjem zbijanja zemljišta putem rasta korena i izdanaka, stvaranjem mikro-staništa za mikroorganizme na površinama njihovih korenova i dopremanjem kiseonika iz vazduha u dublje slojeve zemljišta.

Bioretenzije u estetskom smislu pružaju nove mogućnosti za stvaranje estetski, vizuelno uzbudljivih i privlačnih zelenih površina. Ovo je posebno značajno u urbanim sredinama, gde generalno ima malo zelenih, a posebno malo vodenih površina. Podizanje bioretenzija, daje nam mogućnost da animiramo gradski prostor, ne samo u estetskom,

vizuelnom nego i u psihološkom smislu. Čak i jednostavno prisustvo i sam zvuk vode koja se kreće može biti dovoljno da se čovek ovde oseća blagostanje.

Glavni tipovi bioretenzija

Osnovna ekološka tehnika za prikupljanje i očuvanje padavinskih voda (tamo gde ih ima u većem intenzitetu i gde uslovi tla to omogućavaju) je i izgradnja veštačkih jezeraca (Slika 2). Ona u pejzažu donose mnoge koristi, od onih estetskih, povećavajući ukupan vizuelni doživljaj, preko onih ekoloških jer čine staništa divljim životinjama, pa i do onih rekreativnih jer mogu biti na primer prostori za dečiju igru, pecanje i dr.



Slika 2. Jezerca za sakupljanje padavinskih voda

(Izvor: Dunnett & Clayden, 2007)

Još jedna uloga bioretenzija je mogućnost da njima možemo pored prikupljanja atmosferskih voda vršiti i prečišćavanje nekih otpadnih, sivih voda. U ovom pristupu, padavinske i otpadne vode tretiraju se kao resursi, koje je potrebno prikupiti, sanirati, prečistiti i ponovo upotrebiti. Ove procese prečišćavanja sivih voda možemo vršiti u bioretenzijama tzv. sistemima mokrih polja, odnosno izgradnjom vetlanda (Slika 3).



Slika 3. Pejzažno uređenje sistema mokrih polja

(Izvor: https://www.zsl.org/sites/default/files/2021_Urban%20Wetlands_FINAL%5B125594%5D.pdf)

Vetlandi predstavljaju vlažna staništa koja pored funkcije prikupljanja padavinskih voda, ako se tako konstruišu mogu služiti i za njihovo biološko prečišćavanje, čime se utiče i na poboljšanje kvaliteta voda. Prilagođavanjem, ozelenjavanjem, oplemenjivanjem i remedijacijom mnogih vodenih površina u gradskim i vangradskim sredinama, obnavljanjem močvarnih predela, kao i izgradnjom veštačkih postrojenja za prečišćavanje voda, može se stvoriti jedan funkcionalan i održiv sistem upravljanja atmosferskim vodama.

Pored toga, močvarna vegetacija u vodi ili u njenom priobalju, se može upotrebiti za oblikovanje interesantnih estetskih kompozicija, privlačnih boja i formi, a u kombinaciji i sa vodom, se svakako može uticati da bioretenzije postanu i dobro uređene zelene površine.



Slika 4. Infiltracioni kanal koji prikuplja vodu od padavina; drenažni materijal ovde smanjuje brzinu padavinskih voda i povećava potencijal za njihovu infiltraciju (Izvor: Strom et al., 2013, modifikovano)

Jedna od tehnika prikupljanja atmosferskih voda koja se može tretirati kao bioretenzija jeste i upotreba infiltracionih kanala (Slika 4). Infiltracioni kanali su fleksibilni sistemi koji se lako mogu uklopiti u relativno slobodne ili rubne delove zelene površine, pogotovu kada se radi o vangradskim zelenim površinama. Šupljine između drenažnog materijala u njima obezbeđuju zapreminu za privremeno skladištenje površinskih voda, koje se ovde postepeno infiltrira u okolno zemljište. Drenažni kanal može biti prekriven travom ili nekim drugim poroznim materijalom (krupan pesak ili šljunak). Kada je potrebno prihvatiti veću količinu atmosferskih voda, mogu se koristiti i tzv. drenažni bunari, koji za razliku od drenažnih kanala imaju veću zapreminu za prihvatanje viška vode, a čije je kretanje ovde orjentisano vertikalno, u pravcu dubljih slojeva zemljišta (Slika 5).



Slika 5. Izgled drenažnih bunara za potrebe prikupljanja veće količine atmosferskih voda

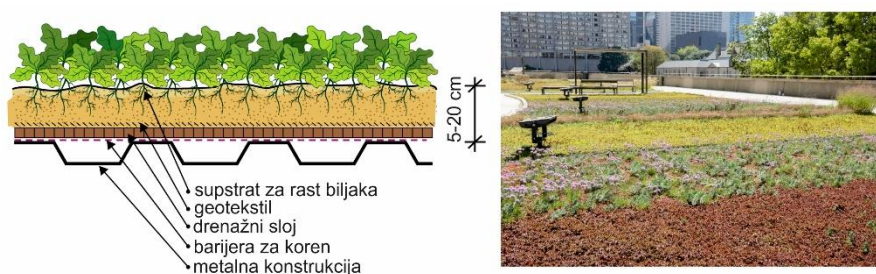


Slika 6. Porozni zastor; detalj poroznog zastora;

(Izvor: Dunnett & Clayden, 2007, Eisenberg et al., 2015, modificirano)

Podizanjem poroznih zastrtih površina (od poroznog asfalta ili betona, raster elemenata, šljunka, rizle i dr.) može se povećati intenzitet infiltracije padavinskih voda u samo zemljište na mestu njihovog nastanka, a da se istovremeno dobije i čvrsta i stabilna površina pogodna za različite namene (Eisenberg et al., 2015) (Slika 6). Ovakve, ekološki opravdane zastrte površine možemo koristiti kod saobraćajnica manjeg intenziteta saobraćaja, prilaznih puteva, parkirališta, biciklističkih i pešačkih staza i dr.

Zeleni krovovi takođe mogu biti podignuti za potrebe prihvatanja i odvodnjavanja padavinskih voda, tako da i njih svrstavamo u jednu formu bioretenzija. U ovu svrhu najčešće se koriste ekstenzivni zeleni krovovi koji se sastoje od samo 5 - 15 cm laganog mineralnog susprata i biljaka otpornih najčešće na sušu koji se vodom snabdevaju samo putem kišnice (Slika 7). Njihova prednost ogleda se u tome što ih je relativno jednostavno podizati i što ovakve zelene površine ne zahtevaju intenzivno održavanje.



Slika 7. Ekstenzivni zeleni krov (Izvor: Wilkinson & Dixon, 2016; ISDM, 2016)

Veći efekti regulacije atmosferskih voda u odnosu na ove ekstenzivne, svakako se postižu podizanjem intenzivnih I poluintenzivnih zelenih krovovima. Oni se najčešće podižu na većim krovnim površinama kao što su krovovi školama, fabrika, sportskih objekata i drugih velikih građevina (Slika 8).



Slika 8. Zeleni krovovi podignuti na većim krovnim površinama (Izvor: Theodore H. Osmundson, 1999)

Međutim, ne treba zanemariti i ništa manje nisu značajni i zeleni krovovi postavljeni i na onim najmanjim objektima kao što su baštenske šupe, verande, letnjikovci, balkoni, garaže jer i oni pružaju veliki potencijal za regulaciju padavinskih voda (Slika 9). S druge strane, postavljanjem zelenog krova na primer na krov baštenske šupe (koje su uglavnom neugledne i koje se često sakrivaju ili maskiraju) ona se čak može transformisati i u centralni motiv vrta (Dunnett & Clayden, 2007). Ozelenjavanje ovih površina ne samo da poboljšava vizuelni izgled, već i čini takve zgrade i objekte daleko dopadljivijima, a često tamo gde su gradska dvorišta veoma mala, ograničena ili i ne postoje, ovaj ekstenzivan zeleni krov može biti jedina šansa da se biljke (i divlje životinje) dovedu u inače sumono i izgrađeno okruženje.



Slika 9. Zeleni krovovi se mogu postaviti i na najmanje objekte; a) kućice za ptice; b) baštenske šupe; v) odgajivačnice za životinje.

(Izvor: Dunnett & Clayden, 2007)

Ovako podignuti zeleni krovovi, bilo da su oni ekstenzivni, intenzivni ili poluintenzivni, vizuelno ulepšavaju prostor vrta, regulišu padavinske vode sa krova, obezbeđuju određeni stepen toplotne izolacije zimi, leti su efikasni u sprečavanju zagrevanja prostorije ispod, efikasni su i zvučni izolatori, predstavljaju dodatno stanište za divlje životinje (Sutton, 2015). Takođe, oni pružaju mogućnost gajenja veoma širokog spektra biljaka, kako autohtonih tako i onih alohtonih. Treba imati u vidu činjenicu da krovovi predstavljaju oko 40-50% od ukupnih nepropusnih površina u urbanim sredinama, što zelene krovove (posebno ove ekstenzivne) čini važnim elementom gradske infrastrukture za održivo upravljanje padavinskim vodama.

Kada ne možemo podići zeleni krov, mogu se razmotriti i druge mogućnosti za prihvatanje padavinskih voda sa krova i iz sistema oluka zgrade (Slika 9). Do skora ova voda (kišnica) se sa krova odvodila u kišnu kanalizaciju, međutim danas ovaj vodni resurs možemo pametnije da iskoristimo.

Neki od načina za usmeravanja i prihvatanja vode sa krovova su: ka zelenim površinama ili ozelenjenim delovima drugih prostora, kao što su travljaci, zelene trake, leje sa cvećem ili pokrivačima tla i sl.); ka depresijama na terenu (sa ciljem stvaranja manjih vodenih akumulacija, stalnih ili privremenih); za stvaranje malih bioretenzija ili njihovo usmeravanje ka drenažnim bunarima, ako je u pitanju potreba za prihvatanje veće količine ovih voda (Dunnett & Clayden, 2007) (Slika 10).



Slika 10. Infiltracioni zasadi; male konstrukcije koje se postavljaju uz zgrade kako bi prikupile padavinsku vodu sa krovova

(Izvor: Dunnett & Clayden, 2007)



Slika 11. Zelene ulice - primeri bioretenzija u obliku mikro bazenčića, podignutih u okviru gradske ulične infrastrukture

(Izvor: National Association of City Transportation Officials, 2017)

Još jedna savremena tehnika održivog upravljanja padavinskim vodama, posebno u urbanim sredinama jeste podizanje zelenih ulica (Slika 11). U tom kontekstu gradske ulice, ali i druge zastrte površine sa nepropusnom površinom od asfalta i betona (kao što su trotoari, pločnici, parkinzi, koje remete prirodnu hidrologiju područja trebaju se ponovo dizajnirati, ali ovaj put tako da mogu da prihvate padavinske vode na mestu njihovog nastanka, odnosno da atmosferskim vodama nastalim na ovim površinama omogući nesmetano infiltriranje u dublje slojeve zemljišta. Zelene ulice treba da sadrže prirodna rešenja i biološke konstrukcije za prihvatanje i odvodnjavanje padavinskih voda kako bi činile elemente zelene infrastrukture grada.

Iskustva nekih od gradova (Portland, Čikago, Sijetl i dr.) koji su razvili biološke tehnike kojim atmosferske vode koje dospevaju na površine njihovih gradova inkorporiraju u gradski pejzaž, bez njihovog odvodnjavanja zamenom popločanih i nepropusnih površina, površinama pod zelenilom i izgradnjom različitih tipova bioretenzija. Primenom ove tehnike pokazano je da je ova praksa znatno ekonomičnija u pogledu održavanja i negovanja zelenila od standardnih zelenih površina koje zahtevaju intenzivno održavanje (košenje travljaka, zamenu jednogodišnjeg cveća, prihranu i sl.).



Slika 12. Primeri bioretenzije u obliku mikro bazenčića: prostori koji su dizajnirani krivudavo kako bi se usporilo i usmerilo kretanje padavinskih voda sa velikim brojem mikroretenzija; (https://nacto.org/docs/usdg/stormwater_management_challenge_matsuno.pdf)

Zaključak

Podizanje kišnih bašti (bioretenzija) u funkciji održivog upravljanja atmosferskim vodama daje nove mogućnosti u pejzažnom uređenju prostora. Za podizanje zelenih površina okućnica i malih urbanih bašta u skladu sa ovim biološkim tehnikama možemo reći da je prvi korak ka održivoj integraciji kuća, zgrada, krovova i drugih građevinskih objekata sa njihovim pejzažima.

Ovaj ekološki, održivi pristup uređenja prostora otvara mogućnost da izgrađene sredine, a posebno one gradske, ne gledamo kao na ekološki problem, već kao na ekološko jedinstvo, koje može dati i niz drugih funkcija koristi za društvo.

Podizanjem bioretenzija ostrvaruje se dva osnovna cilja – smanjuje se količina zastrtih, nepropusnih površina (posebno u gradovima), čime se u znatnoj meri, reguliše oticanje padavinskih voda i oblikuju se pejzaži u skladu sa prirodnom hidrologijom područja, kako bi atmosferske vode mogle biti infiltrirane na mestu njihovog nastanka.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Dunnett, N., & Clayden, A. (2007): Rain gardens. Managing water sustainably in the garden and designed landscape, Timber Press, Incorporated.
- Steiner, L. M., & Domm, R. W. (2012). Rain gardens: sustainable landscaping for a beautiful yard and a healthy world. Voyageur Press.
- Michael Thomas Albanese (2020): *The Modern Rain Garden: Scrape, Shape and Plant*, Avesi, Stormwater and Landscape solutions.
- National Association of City Transportation Officials. (2017): *Urban street stormwater guide*. Island Press.
- Strom, S., Nathan, K., & Woland, J. (2013): Site engineering for landscape architects, John Wiley & Sons.
- Eisenberg, B., Lindow, K. C., & Smith, D. R. (Eds.) (2015): Permeable pavements. Reston, VA, USA: American Society of Civil Engineers.
- ISDM, (2016): Green Roofs And Living Walls For Architects (Volume 1), ISBN-10:1539342182.
- Wilkinson, S. J., & Dixon, T. (Eds.). (2016). Green Roof Retrofit: building urban resilience. John Wiley & Sons.
- Sutton, R. K. (2015). Introduction to green roof ecosystems (pp. 1-25). Springer International Publishing.
- Theodore H. Osmundson (1999): Roof Gardens: history, design and construction, W.W.Norton & Company.
- https://www.zsl.org/sites/default/files/2021_Urban%20Wetlands_FINAL%5B125594%5D.pdf
- https://nacto.org/docs/usdg/stormwater_management_challenge_matsuno.pdf

KA ZDRAVOJ I FUNKCIONALNOJ ZELENOJ POVRŠINI: DIZAJN I PLAN ZASNIVANJA TRAVNJAKA

Nenad Stavretović

*Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu
nenad.stavretovic@sfb.bg.ac.rs*

Rezime

Na zelenoj površini najveći prostor zauzima travnjak. Travnjak predstavlja osnovnu, najčešću podlogu na zelenim površinama urbanog, suburbanog i ruralnog prostora. Zbog toga je njegovom planiranju i dizajnu potrebno pokloniti posebnu pažnju. U praksi se malo pažnje poklanja navedenoj problematici, najčešće dizajneri i planeri smatraju da je dovoljno pretpostaviti da će travnjak biti zelen i gust. Dizajn, oblik i veličina utiču kasnije na funkcionalne i vizualne karakteristike travnjaka, ipak, ova činjenica nije opšte poznata. Operacije kao što su ujednačeno košenje, prihrana, zalivanje i ostale aktivnosti doprinose održavanju zdravog travnjaka, a dobar dizajn olakšava i pojeftinjuje radove na njegovom zasnivanju.

Prvi korak ka zdravoj zreloj površini predstavlja dobar plan, pravilan cilj i dizajn blizak potrebama prostora. Zdrava zelena površina predstavlja isto tako zdrave sve njene elemente od kojih travnjak predstavlja najefikasniju i ekološki pogodnu podlogu.

Planiranje nam obezbeđuje bolje ispunjenje zadatka, odnosno kvalitetnije, jeftinije, brže izvršavanje. Planovi koji su aktuelni u našoj zemlji ne obuhvataju opis svih radova koje podrazumeva zasnivanje zdravih travnih površina, njihovo izostavljanje uslovljava niz propusta. Još jedan bitan momenat u planiranju zasnivanja travne površine jeste njegova namena. Sve travne površine nisu iste i ne zasnivaju se istim metodama, operacijama i slično.

Veličina travnjaka je direktno vezana za dizajn zelene površine. Oblik travnjaka u velikoj meri određuje dobar dizajn zelene površine bilo kog tipa zelenila. Postupak izbora mesta na kome ćemo formirati travnu površinu, odnosno travnjak određene namene zahteva trud i znanje, kao kod prethodnih stavki.

Priprema površine zemljišta za zasnivanje travnjaka zahteva sagledavanje potrebe za ravnanjem odnosno profilisanjem terena. Razmatranje potrebe za postavljanjem drenaže i sistema za navodnjavanje, kalcifikacijom, đubrenjem, osnovnom i presetvenom obradom zemljišta, sastavni su deo dobrog planiranja zelene površine. Aktivnosti

operacija vezanih za formiranje, negu i održavanje zdravog travnjaka treba posmatrat i kroz dva vremenska aspekta, to su godišnji i dnevni aspekt.

U radu će biti prikazani rezultati analize nekoliko zdravih, dobro isplaniranih i dizajniranih travnjaka.

Uvod

Na zelenoj površini najveći prostor zauzima travnjak. Travnjak predstavlja osnovnu, najčešću podlogu na zelenim površinama urbanog, suburbanog i ruralnog prostora. Zbog toga je njegovom planiranju i dizajnu potrebno pokloniti posebnu pažnju. U praksi se malo pažnje poklanja navedenoj problematici, najčešće dizajneri i planeri smatraju da je dovoljno pretpostaviti da će travnjak biti zelen i gust. Dizajn, oblik i veličina utiču kasnije na funkcionalne i vizualne karakteristike travnjaka, ipak, ova činjenica nije opšte poznata. Operacije kao što su ujednačeno košenje, prihrana, zalivanje i ostale aktivnosti doprinose održavanju zdravog travnjaka, a dobar dizajn olakšava i pojeftinjuje radove na njegovom zasnivanju (Stavretović, 2012).

Prvi korak ka zdravoj zreloj površini predstavlja dobar plan, pravilan cilj i dizajn blizak potrebama prostora. Zdrava zelena površina predstavlja isto tako zdrave sve njene elemente od kojih travnjak predstavlja najefikasniju i ekološki pogodnu podlogu.

Planiranje nam obezbeđuje bolje ispunjenje zadatka, odnosno kvalitetnije, jeftinije, brže izvršavanje. Planovi koji su aktuelni u našoj zemlji ne obuhvataju opis svih radova koje podrazumeva zasnivanje zdravih travnih površina, njihovo izostavljanje uslovljava niz propusta. Još jedan bitan momenat u planiranju zasnivanja travne površine jeste njegova namena. Sve travne površine nisu iste i ne zasnivaju se istim metodama, operacijama i slično.

Veličina travnjaka je direktno vezana za dizajn zelene površine. Oblik travnjaka u velikoj meri određuje dobar dizajn zelene površine bilo kog tipa zelenila. Postupak izbora mesta na kome ćemo formirati travnu površinu, odnosno travnjak određene namene zahteva trud i znanje, kao kod prethodnih stavki.

Priprema površine zemljišta za zasnivanje travnjaka zahteva sagledavanje potrebe za ravnanjem odnosno profilisanjem terena. Razmatranje potrebe za postavljanjem drenaže i sistema za navodnjavanje, kalcifikacijom, đubrenjem, osnovnom i presetvenom obradom zemljišta, sastavni su deo dobrog planiranja zelene površine. Aktivnosti operacija vezanih za formiranje, negu i održavanje zdravog travnjaka treba posmatrat i kroz dva vremenska aspekta, to su godišnji i dnevni aspekt.

U radu će biti prikazani rezultati analize nekoliko zdravih, dobro isplaniranih i dizajniranih travnjaka.

Dizajn travnjaka

Na zelenoj površini najveći prostor zauzima travnjak. Travnjak predstavlja osnovnu, najčešću podlogu na zelenim površinama urbanog, suburbanog i ruralnog prostora. Zbog toga je njegovom planiranju i dizajnu potrebno pokloniti posebnu pažnju (Hessayon, D: G., 2000).

Koncept planiranja prilaza, dolaska do određene pozicije, može se sagledavati iz više pravaca. Prilaz objektu, skulpturi, prilaz travnjaku, prirodnoj vrednosti i slično. Prilaz travnjaku može biti kroz grupaciju žbunja, drveća, može biti sa staze, sa stepenica, sa samog ulaza u zelenu površinu. Prilaz zelenoj površini najčešće čini travnjak. Travnjak najčešće "otvara pogled" ka zelenoj površini ili bilo kom objektu.

Ivičavanje travnjaka je elemenat koji koriste iskusni školovani planeri i dizajneri. Kada je travnjak sačinjen od puno ivica, puno oblikih linija onda će njegovo zasnivanje, a kasnije nega i održavanje biti dosta skuplje u odnosu na one travne površine koji imaju jednostavne prave ivice.

Kao primer navešćemo najčešću meru održavanja travnjaka, košenje. Kositi travnjak na kome nema drugih elemenata je najjednostavnije i najbrže, dok kositi travnjak oko cvetnjaka, grmlja ili pojedinačnih stabala zahteva više vremena, precizniji rad i dodatnu opremu, što utiče na potrebu utroška dodatnog vremena i sredstava, samim tim i veća novčana sredstva. Isti je slučaj i sa primenom drugih mera održavanja.

Poznavanje ekologije trava i travnjaka je takodje bitno za njegovo planiranje i dizajn, dobar planer nikada neće u velikoj senci planirati travnjak, odnosno neće oko travnjaka planirati vegetaciju i objekte koji će formirati senku.

Plan zasnivanja travnjaka

Svaki posao koji se obavlja potrebno je prethodno isplanirati. Planiranje nam obezbeđuje bolje ispunjenje zadatka, odnosno kvalitetnije, jeftinije, brže izvršavanje. Kada imamo isplanirano mesto svakog elementa koji sačinjava naš posao, planiranu radnu snagu za izvršenje, znamo potreban material, potrebno vreme, veliki deo našeg posla je završen.

Da bi smo isplanirali zasnivanje svake zelene površine, pa i elemenata koji je čine moramo imati potpune informacije o lokalitetu, bilo da se radi o uređenju nekog prostora, naselja, ulice, objekta, zelene površine. To isto vazi i kada se radi o zasnivanju

pojedinačnog elementa zelene površine kao što je drvoređ, grupacija drveća, žbunja, formiranje cvetnjaka ili travnjaka.

Planom zasnivanja treba da budemo detaljno upoznati osnovnim podacima i definisati nekoliko stavki:

1. detaljno upoznavanje sa edafsko-klimatskim uslovima
2. definisanje namene travnjaka
3. definisanje veličine i oblika travnjaka
4. izbor mesta za podizanje travnjaka
5. priprema površine zemljišta za zasnivanje travnjaka
6. kalendar aktivnosti

1. Detaljno upoznavanje sa edafsko-klimatskim uslovima

Upoznavanje sa edafsko klimatskim uslovima podrazumeva znanja da se oni tumače na pravilan način i u svrhu zasnivanja travnjaka.

Opis pojedinih primera zbog kojih je ovaj deo planiranja zasnivanja travnjaka bitan:

Floristički sastav prirodnih i veštačkih travnjaka se razlikuje zavisno od nadmorske visine, uslovljen je nadmorskom visinom i klimom koja vlada na datom prostoru, lokalitetu. Stoga se razlikuju dolinski, brdski i planinski travnjaci (vidi poglavlje Klasifikacija travnjaka). Nadmorska visina i klimatski uslovi odredjuju floristički sastav prirodnih travnih površina. Sa druge strane inženjer svojim znanjem i umećem formira mešavinu semena za veštačke travne površine. Sastav tih mešavina zavisi od namene travnjaka, nadmorske visine, klime, zemljišta, odnosno od uslova sredine koji tu vladaju.

Pedološki sastav, zemljište utiče na opstanak biljaka na mestu gde se one koriste. Pojedine biljne vrste ne podnose plitka zemljišta, druge ne podnose sabijena zemljišta, neke rastresita, močvarna, ili sušna. U ranijoj praksi formiranja travnjaka smo imali slučaj da se travnjak visoke pokrovnosti, dobre gustine i kolorita donosio sa vlažnih, ili visoko planinskih staništa, u vidu travnog tepiha na fudbalske terene. U uslovima grada, na niskim nadmorskim visinama, veštačkoj podlozi, takav travnjak je brzo propadao. Osnovni razlog propadanja je bila promena klimatskih i pedoloških uslova u kojima je on nastao. Odnosno njegova transplatacija, prenošenje i instaliranje u uslove suvljeg, toplijeg klimata, manjka vlažnosti i postojanja drenaže. Takve primere smo imali u ranijoj praksi kada se sa planine Zlatibor transplantovao travnjak na terene koji se nalaze na nadmorskoj visini 100 m, u područje Novog Sada ili Beograda. Slična bi se pojava desila

kada bi smo prirodni nizijski visoko-kvalitetan travni tepih proizveden na černozeu instalirali na ski staze neke planine, na primer na vrhovima Kopaonika.

2. Definisane namene travnjaka

Još jedna bitan momenat u planiranju zasnivanja travne površine jeste njegova namena. U poljoprivredi se jasno razlikuju metodi zasnivanja travnjaka za potrebe pašne (pašnjaci), odnosno otkosa (livade). Ovo je veoma bitno kako kod planiranja velikih predela, prostornih planova, tako i kod malih projekata ozelenjavanja okućnica.

Čak i na malim okućnicama trebamo odrediti namenu površina, i travnih. Na ulazu u okućnicu, dvorište najčešće se formira dekorativni (parterni travnjak), okolo kuće formira se obični travnjak, koji se gaji. A dešava se da se formira i travnjak koji ima namenu intenzivnog gaženja tipa sportskog travnjaka. Ako postoje veće površine pod nagibom onda će okućnica imati i travnjak čija je osnovna namena zaštita od spiranja zemljišta, erozije. Svaka od navedenih travnih površina se zasniva na drugačiji način, različitim mešavinama semena, različitom pripremom podloge. Kasnije se na njima primenjuju posebne mere nege i održavanja, različitog intenziteta i učestalosti.

Parkovi takodje sadrže više tipova travnih površina, retko kada se u njima nalaze samo parkovski travnjaci ili samo dekorativni. Uzmimo na primer Kalemegdanski park koji ima površinu približno 60 hektara. Na ulazu u park iz Knez Mihailove ulice sa obe strane prilaza namena travnjaka je dekorativna, kao i travnih površina okolo spomenika i u alejama. Unutar zelenih površina dublje u park nalaze se parkovski travnjaci i travnjaci senke. Na lokalitetu donjeg Kalemegdana ima sportsko rekreativnih travnih površina koje se intenzivnije gaze, na savskoj padini su travnjaci koji imaju zaštitnu, protiv erozionu funkciju. Nijedan od navedenih travnjaka se ne održava na isti način. Kada bi se svi oni formirali, obnavljali i održavali kao dekorativni travnjaci, to bi bilo preskupo, pogrešno i neracionalno.

Evo još jednog primera, dekorativni travnjak bi bilo preskupo održavati ako bi smo ga zasnovali kao travnjak senke, odnosno travnjak senke bi propao ako bi smo ga održavali kao dekorativni travnjak. Uzmimo u obzir jednu meru nege-održavanja travnjaka, zalivanje. Travnjak senke pri zasnivanju mora da bude dobro provetren, dreniran. Ako bi po navedenom principu zasnivali dekorativni travnjak, morali bi ga češće zalivati i sa većom količinom vode što je skuplje i zahtevalo bi primenu dodatnih mera na njemu, čak i reparaciju, što poskupljuje radove na zelenoj površini. Ako bi smo travnjak senke održavali kao dekorativni on bi propao od prevelike vlage, djubrenja, čestog košenja, i tako dalje.

Kod fudbalskih terena, na primer razlikuje se zasnivanje glavnog, odnosno pomoćnih terena. Pomoćni tereni se eksplatišu/koriste više puta dnevno, dok se glavni teren koristi najčešće za utakmice i zagrevanja pre istih.

Na golf terenu ima pet tipova travnjaka i veoma se razlikuje njihovo zasnivanje, održavanje, samim tim i cene navedenih radnji. Travnjak „green-a“ se kosi na par milimetara do jednog santimetra, „ferway“ se kosi na 3 do 5 cm, dok se „semiraf“ kosi na 7 do 15 cm visine.

Definisanje namene travnjaka u bilo kom prostoru, podrazumeva i poznavanje metoda njegovog zasnivanja, ali i nege i održavanja. Bez poznavanja problematike travnjaka, definisanje njihove namene ne može biti sveobuhvatno i dobro u bilo kom planu, projektu.

3. Definisanje veličine i oblika travnjaka

Veličina travnjaka je direktno vezana za dizajn zelene površine. Postoje velike zelene površine sa malim travnjakom i male zelene površine sa velikim travnjakom u odnosu na njenu celu površinu. Veličina travnjaka direktno utiče na cenu njegovog zasnivanja, to jest na jediničnu cenu zasnivanja m² travne površine. Na cenu utiče način i intenzitet održavanja. Kod zasnivanja travnjaka velike površine moguća je mašinska obrada zemljišta, dok kod travnjaka male površine obrada zemljišta se mora sprovoditi ručno. Primena određenih alata, mašina i metoda tokom procesa zasnivanja imaju uticaja na cenu zasnivanja i nege.

Oblik travnjaka u velikoj meri određuje dobar dizajn zelene površine bilo kog tipa zelenila (parka, stambenog bloka, okućnice i sl.). Dobro oblikovan travnjak je lakše zasnovati i lakše održavati. Previše krivih linija, ivica travnjaka, zahteva primenu dodatnih alata, mehanizacije u procesu njegovog formiranja. Mnogo važnije ali i skuplje je održavanje tokom celog vremena njegovog postojanja na određenom mestu.

Kao praktičan primer ćemo navesti krećenje jednostavnog, ravnog zida, koji će moler okrećiti veoma brzo i jednostavnim potezima. Zid iste površine na kome ima utičnica, slika, stubova, greda, zahteva više alata, različitih četki, promene položaja i različitih pokreta. Mnogo više vremena i alata, a samim tim i novca će se utrošiti u drugom primeru.

Kod travnjaka koga ivičavaju prave linije odabiramo jednu vrstu mehanizacije i alata za obradu i dalje postupke zasnivanja. Takođe, ako se ima u vidu njegovo održavanje, na primer košenje, ovakav travnjak zahteva jednu optimalno odabranu kosačicu koja će kositi u jednostavnim pravcima (gore -dole, levo-desno). Sistem za

zalivanje će biti jeftin/jednostavan, kao i sve ostale mere nege i održavanja (Turgeon, A. J., 2002).

4. Izbor mesta za podizanje travnjaka

Postupak izbora mesta na kome ćemo formirati travnu površinu, odnosno travnjak određene namene zahteva trud i znanje, kao kod prethodnih stavki.

Formiranje travnjaka za igru dece na strmim površinama je pogrešan izbor, jer će igra dece biti ograničena ili nemoguća. Formiranje novog travnjaka na površini gde ima puno korenovih izdanaka drveća ugrozilo bi njihov opstanak, bilo da se radi o drveću ili drugim biljnim elementima zelene površine.

Formiranje travnjaka uz ivičnjake koji su zaliveni betonom ili oko stubova, onemogućiće rast trave u toplijim periodima godine.

Sa druge strane, u velikoj senci visokih objekata ili gustog sklopa vegetacije, kvalitetan travnjak je nemoguće formirati. Za takva mesta se predlažu druga rešenja, na primer primena pokrivača tla.

Travnjak je deo zelene površine koji veoma efikasno otvara i definiše put do značajnih objekata u prostoru, fontana, jezera, skulptura, mesta za igru i razne vidove okupljanja.

Izbor mesta za zasnivanje travnjaka je bitna stavka, a sa ekološkog aspekta formiranje travnjaka je uvek bolji izbor od betona, asfalta, raznih vrsta popločavanja ili nekog drugog zastora.

Takodje, izbor mesta na kome se planira drvored, grupacija drveća, živa ograda, cvetnjak, alpinum, vodena površina predstavljaju jednako bitan segment u planiranju zelenih površina.

5. Priprema površine zemljišta za zasnivanje travnjaka

Priprema površine zemljišta za zasnivanje travnjaka zahteva sagledavanje potrebe za ravnanjem odnosno profilisanjem terena. Razmatranje potrebe za postavljanjem drenaže i sistema za navodnjavanje, kalcifikacijom, đubrenjem, osnovnom i presetvenom obradom zemljišta.

- Ravnanje i profilisanje površine, se radi zavisno od tipa travnjaka koji se formira, najfinije profilisanje terena se radi na travnima površinama "green" golf terena, dok se najfinije ravnanje radi na travnima površinama "tee" golf terena, fudbalskim terenima i visokodekorativnim travnim površinama.

- Postavljanje drenaže i sistema za navodnjavanje, se radi nakon ravnjanja i profilisanja površine na dubinu koja je propisana standardom za ove radove.
- Kalcifikacija se vrši na kiselim zemljištima do kiselosti koja odgovara rastu i razvoju trava koje će činiti travnjak. Odnosno u slučaju visoke alkalnosti zemljišta, ono se zakišeljava, na primer dodavanjem treseta niske pH vrednosti.
- Đubrenje je obavezna operacija kod siromašnih zemljišta, onih koja nemaju dovoljan sadržaj humusa, odnosno hranljivih materija.
- Osnovna i presetvena obrada zemljišta, se vrše na svim površinama. Kod osnovne obrade je najbitnije odrediti njenu dubinu. Dubina obrade zavisi od moćnosti oraničnog/hranjivog sloja zemljišta, odnosno od debljine zdravice ako je zemljište nanošeno. Kvalitet ili finoća predsetvene obrade se razlikuje kod različitih tipova travnih površina, finija obrada je potrebna za finije, guste, nisko košene travnjake. Najfinija predsetvena obrada zemljišta radi se na travnima površinama "green"-ova golf terena, dok je najgrublja kod protiverozionih travnjaka, livada i pašnjaka.

6. Kalendar aktivnosti

Aktivnosti operacija vezanih za formiranje, negu i održavanje travnjaka treba posmatrati kroz dva vremenska aspekta, to su godišnji i dnevni aspekt.

Travnjak je u smislu efikasnosti i ekonomičnosti najbolje zasnivati tokom proleća ili jeseni. Tada su uslovi vlažnosti i temperature najpovoljniji za operacije pripreme zemljišta, nicanje semena i formiranje travnjaka.

Zasnivanje travnjaka tokom leta i zime zahteva sretne okolnosti sa vremenskim uslovim ili velika novčana sredstva za dopunjivanje istih. Rani mraz u jesen ili ranu zimu može potpuno uništiti travnjak zasnovan na bilo koji način. Isto tako visoke temperature mogu izazvati sušenje travnjaka u velikoj meri ili u potpunosti.

Dnevni aspekt aktivnosti je često zanemaren, ali jednako bitan. Setvu semena ili postavljanje travnog tepiha najbolje je obavljati u jutarnjim ili predvečernjim časovima. Operacije zalivanja, tretiranje hemijskim sredstvima, prihrana, najbolje je da se obavljaju tokom ranog jutra odnosno predvečerja. Navedeno važi i za operacije vertikulacije, aeracije, pa i košenja. Naravno, pravilan sled operacija umanjuje mogućnost većih šteta na travnjaku.

Jednom rečju možemo konstatovati da *travnjak zahteva pravilan i pravovremen postupak zasnivanja, a kasnije isto takav pritup merama nege i održavanja.*

Cilj zasnivanja travnjaka

Zavisno situacijama, cilj zasnivanja travnjaka se razlikuje. Ponekad je potrebno što kraće **vreme zasnivanja travnjaka**. To su situacije kada je potrebno brzo vezati teren, to jest površinu terena, na primer kod deponija pepela kada se zahteva sprečavanje podizanja čestica pepela sa površine tla, i sprečavanje raznošenja u prostoru (Stavretović i Manjasek, 2006). Nekada se travnjak mora brzo zasnovati jer je to zahtev investitora, na primer: otvaranje poslovnog objekta, proslave, kašnjenje u rokovima. Interesantan je primer brzog formiranja travnjaka na Spomen parku »Sremski front« koji je podignut 1988 godine (pejzažno uređenje je rad prof.dr. Milana Sapundjića). Zemljište je uređeno, iznivelisano, vegetacija zasadjena, za setvu trava i njeno nicanje nije bilo dovoljno vremena do dana otvaranja. Travnog tepiha u potrebnim količinama nije bilo na tržištu. Kako bi se za potrebu otvaranja i godišnjice proboja Sremskog fronta završila zelena površina, zasejano je seme pšenice, koje izuzetno brzo niče i brzo daje podlozi pokrovnost i zelenu boju. Otvaranje je bilo uspešno, setva mešavine semena trava je naknadno izvršena.

Kada imamao zahtev za **upotrebljivim travnjakom** onda se ne sme odstupati od plana, svaki postupak mora da bude kvalitetno izvršen i na vreme. U području koje je poznato kao sušno, koje ima nedostatak vode za zalivanje, upotrebljiv travnjak predstavlja onaj koji je sačinjen od trava koje podnose sušu i nemaju velike zahteve za zalivanjem, visokodekorativni travnjak nije upotrebljiv na takvim lokacijama i ne treba njemu težiti.

Kvalitetan travnjak, jeste onaj koji je formiran postupcima koji su predviđeni za taj tip travnjaka. Na travnjaku golf terena tipa »green« i »tee« se ne može igrati fudbal. Drugim rečima najskuplji travnjak golf terena »green« nije kvalitetan za fudbalski teren iako je mnogo lepši, cena mnogostuko veća. Slično tome, sportski travnjak se ne formira na erozijom zahvaćenim površinama jer ima malu protiverozionu zaštitu.

Dugotrajan travnjak podrazumeva činjenicu da on ostaje u kategoriji za koju je namenjen i ispunjava njegove primarne i sekundarne funkcije u dužem vremenskom peridu. Travnjak golf terena tipa »green« i »tee« ispunio bi estetsku funkciju fudbalskog terena, ali bi brzo propao usled intenzivnog gaženja i specifičnog kretanja, pre svega zbog startova i trčanja po njemu. Samo pravilno zasnovan travnjak, i pravilno negovan može biti dugotrajan.

Portoji niz situacija kod zasnivanja travnjaka koje su bitne, navešćemo neke od njih, na primer šta se dešava **pri brzom i pravilnom zasnivanju travnjaka i obrnuto**.

Kada je travnjak zasnovan brzo, pravilnom metodom i postupcima, sprečava se process erozije podloge na kojoj se on nalazi, bilo da se radi o zemljištu, deponiji, pepelu ili sličnom. Pravilno zasnovan travnjak ima dobru pokrovnost tla preko cele površine, tako da nema prostora za pojavu korovskih biljaka čije se seme uvek nalazi u zemljištu (Stavretović et al., 2003).

U obrnutom slučaju, kada travnjak nismo zasnovali brzo i pravilno, moguća je pojava erozije izazvane kišom i vetrom. U ovom slučaju problem se uvećava odnošenjem semena sa zasejanih mesta u okolni prostor, na tim mestim je pojava korovskih biljaka intenzivnija i u daljem postupku se moraju primeniti mere borbe protiv korova, ponovna priprema zemljišta i setva. Takodje, moguće je da se pored razmeštaja semena pojavi i erozija većeg ili manjeg sloja zemljišta. Jedan od najvećih primera erozije zemljišta dogodio se na području Stare planine na novoizgradjenim skijalištima, tamo je dubina erozije izazvane vodom na nekim mestima bila preko 2 metra (Bjedov, et. al., 2011). Radovi na sanaciji ovakvih zemljišta višestruko premašuju finansije koje su potrebne za prvobitne/pravilne radove zasnivanja travnjaka.

U slučaju da se radi o manjim površinama, u urbanom prostoru ili okućnicama, cena radova se takodje uvećava i premašuje iznose koji bi obuhvatili planiranje travnjaka, odnosno njegovo pravilno zasnivanje ili instalaciju. Naknadne reparacije zahtevaju primenu mera borbe protiv korova, plevljenje, često primenu herbicida, zatim uklanjanje tretiranih biljaka, ponovnu obradu zemljišta preko cele površine ili delimičnu (što znatno poskuplje radove po jedinici površine). Cenu povećava ponovna nabavka setvenog materijala, sprovođenje operacije setve/dosejavanja, na kraju postupke odgovarajuće nege do nicanja semena i prvog košenja. Bitan moment u svemu ovome je i vreme, odnosno vremenski period potreban za sprovođenje popravki.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

Bjedov, I., Ristić, R., Stavretović, N., Stevović, V., Radić, B., Todosijević, M. (2011): Revegetation of Ski Runs in Serbia: Case Studies of Mts. Stara Planina and Divčibare, Archives of biological sciences, 63 (4), pg. 1127-1134, ISSN 0354-4664.

- Hessayon, D. G., (2000): The lawn expert. – by Expert Books a division of Transworld Publishers Ltd, (128), London, GB
- Stavretović, N., Erić, P., Čupina, B. (2003): Nega travnjaka hortikulturnog zelenila. Pregledni rad, Revija agronomskih znanja, Naučno stručni časopis br. 3, UDK 63, 54-55, ISSN 0354-5865, Novi Sad.
- Stavretović, N., Manjasek, S. (2006): "Soil remediation with bermuda grass lawns". – International Serbian Symposium on Mineral Processing, Proceedings, Edited by Zoran Marković, (303-307), Sokobanja.
- Stavretović, N. (2012): Proizvodnja travnih tepiha, monografija, ured. Božidar Ćurčić, crp. 1-108, Srpsko biološko društvo, 108 str, ISBN 978-86-81413-06-7. Beograd
- Turgeon, A. J., (2002): Turf grass anagement (sixth edition). Copyright by Pearson Education, Inc. Upere Saddle River, New Jersey 07458 (USA), 387.

TOWARDS A HEALTHY AND FUNCTIONAL GREEN SPACE: DESIGN AND PLAN OF A LAWN ESTABLISHMENT

Nenad Stavretović

*University of Belgrade - Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture
nenad.stavretovic@sfb.bg.ac.rs*

Summary

The largest area of a green space is occupied by a lawn. The lawn represents the basic, most common ground on the green spaces of urban, suburban and rural areas. Therefore, its planning and design should be given special attention. In practice, little attention is paid to the above issue. Designers and planners most often believe that it is enough to assume that the lawn will be green and dense. The design, shape and size later affect the functional and visual characteristics of the lawn. However, this fact is not widely known. Operations such as uniform mowing, fertilization, watering and other activities contribute to maintaining a healthy lawn, and good design facilitates and cheapens the work on its establishment.

The first step towards a healthy green space is a good plan, proper goal and design corresponding to the needs of the space. A healthy green space means all its healthy elements, of which the lawn is the most efficient and environmentally friendly substrate.

Planning ensures better fulfillment of the task, i.e. better quality, cheaper, faster execution. Plans that are currently applicable in our country do not include a description of all works that are involved in the establishment of healthy grasslands, and their omission causes a number of oversights. Another important factor in planning the establishment of a lawn is its purpose. All grasslands are not the same and are not based on the same methods, operations and the like.

The size of a lawn is directly related to the design of the green area. The shape of the lawn is largely determined by the good design of the green space for any type of greenery. The process of selecting the place where we will form a grassland, i.e. a lawn of a certain purpose, requires effort and knowledge, like with the previous items.

Preparation of the land surface for the establishment of the lawn requires consideration of the need for leveling or profiling of the terrain. Consideration of the need for the installation of drainage and irrigation systems, calcification, fertilization, basic and pre-sowing treatment of the soil, are an integral part of good planning of a green space. The activities of operations related to the establishment, tending and maintenance of a healthy lawn should also be observed through two time aspects, i.e. the annual and daily aspects.

The paper will present the results of the analysis of several healthy, well-planned and designed lawns.

ODRŽAVANJE PEŠČANIH PREPREKA (BANKERI) NA GOLF TERENIMA

Jelena Maletić, Jovana Petrović, Nevenka Galečić, Nenad Stavretović

*Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu
msc.jelenamaletic@gmail.com*

Rezime

Golf kao sport podrazumeva rekreaciju koja poboljšava razmišljanje a predstavlja blaži oblik fizičke aktivnosti i boravak u prirodi. Bankeri predstavljaju prepreke koje se sastoje od specifično pripremljene površine zemljišta, koja je često udubljena, sa koje je uklonjen travnati sloj i zamenjen peskom. Održavanje bankera obuhvata niz operacija zarad dobrog estetskog izgleda i funkcionalnosti, odnosno pogodnosti za igru. U radu je predstavljen proces održavanja pešćanih prepreka (bankeri) na golf terenima kroz teoriju i praksu. Pored literaturnih izvora u ovom radu prikazujemo rezultate istraživanja, odnosno analizu održavanja pešćanih prepreka na golf terenu na Adi Ciganliji. Izvršeno je bonitiranje sledećih operacija: grabuljanje peska, održavanje dubine peska u bankeru i održavanje ivica bankera. Grabuljanje peska u bankerima se vrši ručno ili mašinski, u cilju uklanjanja otisaka stopala igrača, pravilnog raspoređivanja erodiranih čestica i usavršavanja pogodnosti za igru. Održavanje dubine peska u bankerima podrazumeva povremeno dodavanje peska u iste, jer vremenom, usled intenzivnih atmosferskih padavina, vetra i antropogenog faktora dolazi do migriranja čestica. Ivice bankera se održavaju iz estetskih razloga, kao i zbog funkcionalnosti. Uređenost peska u bankerima Golf kulba „Beograd“ narušava neadekvatno grabuljanje i prisustvo tragova. Neadekvatno grabuljanje se odnosi na raspršivanje peska van bankera i uzvišenja od peska uz ivice. Kontaminiranost peska različitim vidom otpada dovodi do promene boje istog. Stoga se uklanja gornji sloj, debljine 2-5 cm i stavlja novi pesak. U okviru golf terena na Adi Ciganliji, kontaminiranost peska u bankerima ocenjena je kao srednja. Održavanje ivica bankera Golf kluba „Beograd“, procentualno najviše ima srednju ocenu kvaliteta održavanja jer su evidentirani izrasli delovi trave u pesku. Uz ivice bankera uočene su korovske vrste koje smanjuju njihovu kompaktnost (uniformnost i pokrovnost), koja je najmanja na mestima gde se javljaju vrste *Polygonum aviculare* L. i *Cynodon dactylon* L.

Ključne reči: banker, pejzažna arhitektura, golf teren, rekreativne površine, travnjak, održavanje

Uvod

“Zelena površina predstavlja slobodan prostor, odnosno deo prostora u kojem su pejzažni elementi, poput vode, zelenila, reljefa i sl., zajedno sa građevinskim elementima specifično raspoređeni, tako da formiraju jednu celinu” (Maletić, 2020). Golf teren sadrži pomenute elemente koji u njemu pored ekološke, estetske imaju i sportsko rekreativnu funkciju i raspored.

Travna površina predstavlja najpogodniju podlogu za sve vidove rekreacije, kao i za pojedine sportske aktivnosti. Travni pokrivač je izuzetna prirodna, meka podloga koja unapređuje mikroklimatske uslove. Kolorit travnjaka koji deluje umirujuće na psihi čoveka, produkuje kiseonik i oplemenjuje okolinu i prostor za igru, odnosno pojačava osećaj relaksacije (Stavretović, 2005).

Kategorizacija travnjaka, odnosno njihova podela je od izuzetne važnosti za oblast pejzažne arhitekture i hortikulture. U klasifikaciji travnjaka sa aspekta intenziteta nege i održavanja, koju daje Stavretović (1999), travnjaci golf terena su na prvom mestu jer iziskuju najintenzivnije mere nege i održavanja.

Golf predstavlja igru u kojoj igrač udara lopticu specijalno izrađenim štapovima (ima ih više vrsta) sa startnih tačaka ka nizu rupa postavljenih na terenu. Pobeđuje igrač koji sa što manje udaraca ubaci svoju lopticu u rupu. Golf je igra koja zahteva veštine, koje se savladavaju uz veliku posvećenost i strpljenje (Gillmeister et al., 2019).

Golf teren je sačinjen od devet ili osamnaest polja, mada postoje i tereni od 27 polja, na svakom polju se nalazi po jedna rupa. Polje čine travnati delovi („tee“, „green“, „fairway“, „semirough“, „rough“, „aut“), visoka i niska vegetacija, prepreke, kao i mobilijar.

Opasnosti u smislu otežavanja i interesantnosti igre predstavljaju prepreke na golf terenima. Prepreke mogu biti peščane, odnosno bankeri i vodene kao što su bazeni, jezera, bare i slično.

Materijal i metod rada

Objekat istraživanja su peščane prepreke na golf terenima (bankeri), koje su sagledane kroz literaturne izvore, kao i kroz studiju slučaja golf terena Golf kluba “Beograd”.

“Golf klub “Beograd” smešten je na najlepšem delu Ade Ciganlije, omiljenom beogradskom izletištu i prostire se na 35 hektara. U okviru kluba se nalaze: golf teren sa 9 polja, ukupne dužine 4860 m, par 68; golf vežbalište; dva “putting green-a” (od kojih je jedan namenjen isključivo članovima); dva “chipping green-a” (od kojih je jedan

namenjen isključivo članovima); “net box”, gde se uvežbavaju udarci sa najdužim palicama; recepcija; pro shop; klupska kuća” (<https://golfclub.co.rs>).

Analizom adekvatno odabrane literature, kao i analizom podataka dobijenih istraživanjem na golf terenu Golf kluba “Beograd” predstavljen je celokupan proces održavanja bankera. Istraživanje je vršeno tokom 2020/21. godine.

Teorija i praksa održavanja bankera

Prema United States Golf Association bankeri su definisani kao prepreke koje se sastoje od specifično pripremljene površine zemljišta, koja je često udubljena i sa koje je uklonjen travnati sloj i zamenjen peskom (www.usga.org).

Prema Lowe and Vavrek (2015), održavanje bankera podrazumeva niz operacija zarad dobrog estetskog izgleda i pogodnosti za igru. Reč je o sledećim operacijama:

- Grabuljanje peska
- Održavanje dubine peska u bankeru
- Održavanje ivica bankera.

Grabuljanje peska

Prema literaturi, grabuljanje peska u bankerima se vrši radi uklanjanja otisaka stopala igrača, pravilnog raspoređivanja erodiranih čestica, kao i radi usavršavanja pogodnosti za igru (Lowe and Vavrek, 2015).

Grabuljanje se vrši ručno ili mašinski, svakog dana. Ručno se grabuljaju bankeri malih dimenzija, kao i prostor uz ivice (30-50 cm) velikih bankera. Mehanizovane grabulje se koriste za održavanje bankera velikih dimenzija (Lowe and Vavrek, 2015). Ukoliko su bankeri na izuzetno strmim nagibima, upotreba mehanizacije nije moguća, stoga je ručno grabuljanje u tom slučaju neophodno (Soldan, 2009).

Naime, možemo reći da se postupak grabuljanja sastoji iz četiri koraka:

1. Prvi korak jeste provera i uklanjanje svih vrsta otpada (ukoliko ih ima) iz bankera (sl.1). Otpad se uklanja duvaljkama ili ručno. Grabulje se odlože van bankera dok se prethodno navedeno uklanja.

2. U zavisnosti od veličine i pristupačnosti bankeru, koriste se mehaničke ili ručne grabulje. Ukoliko se grabuljanje vrši mehanizacijom (sl. 2), brzina kretanja mehanizacije se podešava na umereno (sl. 3-a i 3-g), a smer grabuljanja je u vidu broja osam. Posebna pažnja se obraća kada se mehanizacijom vrši grabuljanje ka ivicama bankera. Zbog eventualnog oštećenja travnjaka po ivicama bankera mehanizacijom se radi na udaljenosti 30-50 cm od ivice.

3. Nakon što se banker izgrabulja (mašinski), treba povesti računa o izlasku mašine iz bankera. Pri izlasku iz bankera mašina ne bi smela da ostavlja tragove u pesku. Stoga, prilikom izlaska, pre nego što se povuče ručica za podizanje grabulja na mašini (sl. 3-v), grabulje (sl. 3- d) treba da budu još uvek u okviru bankera a mašina, odnosno točkovi van bankera, tada se povlači ručica (sl. 3-v) i grabulje se podižu. Izlazak mašine iz bankera, odnosno način na koji se isti vrši je veoma važan, ukoliko se ne izvrši adekvatno i ručica za podizanje grabulja ne povuče na vreme može doći do rasipanja peska van bankera i oštećenja ivica. Ukoliko se ceo banker grabulja ručno, radnici povlače grabuljama po pesku od sredine ka ivicama tako da pesak bude ravnomerno raspoređen i ujednačen.

4. Ručno grabuljanje je obavezno, njime se uređuje pesak uz ivice (30-50 cm) koji nije obrađen mehanički (sl. 4). Takođe, ukoliko se desi da je mašina ostavila neke tragove pri izlasku iz bankera, uređivanje (uklanjanje tragova) se vrši ručnim grabuljama. Po završetku grabulje se stavljaju u banker i time je proces grabuljanja završen.



Sl. 1: Uklanjanje otpada iz bankera duvaljkom

Izvor:

<http://www.granitebaycourseupdate.co/>



Sl.2: Grabuljanje bankera mehanizacijom
vežbalište Golf klub „Beograd“



Sl. 3: Mašina za uređivanje peska u banker

Foto: Stavretović, 2020

Golf klub „Beograd“



Sl. 4: Ručno grabuljanje, Golf klub

„Beograd“

Svaki od prethodno opisanih postupaka grabuljanja ima svoje prednosti i mane koje su navedene u Tabeli 1.

Tabela 1: Prednosti i mane kod grabuljanja

	Prednosti	Mane
Ručno grabuljanje	ne oštećuje se sloj zemljišta u osnovi bankera	iziskuje više vremena
	cela površina bankera je izgrabuljana	veće prisustvo korovskih vrsta
	dobar estetski izgled	
Mehanizovano grabuljanje	iziskuje manje vremena	moguća oštećenja ivica prilikom ulaska i izlaska mašine iz bankera
	manje prisustvo korovskih vrsta	moguća oštećenja u osnovi bankera
	omogućavaju često grabuljanje	sabija zemljište
		visoka cena mašine

izvor: Butler, 2007

Ono što narušava uređenost peska u bankerima Golf kluba „Beograd“, jeste neadekvatno grabuljanje i prisustvo tragova. Neadekvatno grabuljanje se odnosi na raspršivanje peska van bankera i stvaranje uzvišenja od peska uz ivice. Evidentirano je prisustvo tragova životinja (pas, mačka) i golfera koji nisu uredili banker nakon izlaska iz istog.

Održavanje dubine peska u bankeru

Preporučljiva dubina peska u osnovi bankera iznosi 10-15 cm, dok na bočnim stranama (ivice) iznosi 5-8 cm. Data dubina peska u bankerima smanjuje mogućnost nepogodnog položaja loptice u istom, poput položaja „prženo jaje“ (Lowe and Vavrek, 2015). „Prženo jaje“ predstavlja loš položaj loptice u bankeru, nastaje kada loptica padne u banker gotovo pod pravim uglom i stvara oko sebe obruč peska, što odaje utisak „pečenog jajeta“

Čestice peska vremenom migriraju usled jakih i intenzivnih padavina, mehanizovanog grabuljanja, vetra, igre. Stoga je neophodno da grinkiperi (profesionalci koji održavaju zelnu površinu) povremeno mere dubinu peska u bankerima, kako bi se uvek održavala potrebna dubina peska. Ukoliko se nakon merenja dubine peska ustanovi deficit, grinkiperi su u obavezi da dopune banker peskom (Lowe and Vavrek, 2015).

Pesak se dodaje i radi poboljšavanja izgleda, jer se vremenom pesak kontaminira različitim vidom otpada i menja boju. Stoga se uklanja gornji sloj peska debljine 2-5 cm i stavlja novi radi atraktivnijeg, odnosno boljeg estetskog izgleda (Lowe and Vavrek, 2015).

Isti princip održavanja dubine peska u bankerima primenjuje se na golf terenu Golf kluba „Beograd“.

Održavanje ivica bankera

Dobro uređene (održavane) bankere karakteriše oštra, karakteristična ivica. Ukoliko se ivice bankera ne održavaju redovno trava koja ih okružuje brzo izrasta i ulazi u pesak, što samim tim dovodi do promene oblika, odnosno konture bankera, a to dalje ima negativan uticaj na igru. Negativan uticaj je u tome što igrači ne mogu da utvrde da li je loptica u bankeru ili van njega (Witteveen and Bavier, 2013).

Održavanje ivica bankera podrazumeva orezivanje i uređivanje ivica (Lowe and Vavrek). Bankeri sa blagim nagibima čije su ivice pod travnatim pokrivačem mogu se ovičavati mašinski (trimerom) (sl. 5), dok se kod bankera sa strmim nagibima šišanje ivica vrši ručno (makazama) (Lowe and Vavrek, 2015).

Ova operacija se vrši svake 2-4 nedelje, u zavisnosti od vrsta trava od kojih su ivice formirane, kao i vremenskih uslova. Takođe, da bi se broj operacija smanjio, mogu da se

koriste regulatori rasta travnjaka na svake 2-3 nedelje (Lowe and Vavrek, 2015). Nakon rada neophodno je ukloniti otkos iz bankera (sl. 6).



Sl. 5: Orezivanje ivica trimerom



Sl. 6: Uklanjanje otkosa nakon orezivanja

Izvor: <http://lockportccgrounds.blogspot.com/2011/05/edging-bunkers.html>

Kada je reč o ivicama bankera, takođe je neophodno posvetiti pažnju samom izgledu travnjaka uz ivice istog. Naime, sam izgled travnjaka, odnosno kompaktnost, boja, pokrovnost, floristički sastav su od izuzetnog značaja sa aspekta vizuelnih karakteristika kao i funkcionalnosti bankera (Maletić, 2020).

Na golf terenu Golf kluba „Beograd“, kada je reč o održavanju ivica, na najvećem broju bankera se uočava prisustvo izraslih delova trave u pesku, što bi ih okarakterisalo kao bankere sa srednjom ocenom kvaliteta održavanja ivica. Uz ivice bankera uočeno je prisustvo korovskih vrsta. Kompaktnost (uniformnost i pokrovnost) je najmanja na mestima gde se javljaju vste *Polygonum aviculare* L. i *Cynodon dactylon* L. (sl. 7), kao i kod bankera čija je bar jedna strana na uzvišenjima.



Sl. 7: Kompaktnost travnjaka, Golf klub „Beograd“

Zaključak

Funkcionalnost i estetika bankera zavisi od njegovog formiranja ali i od adekvatnog održavanja. Uređivanje peska u bankerima, odnosno grabuljanje je neophodno svakoga dana. Kada se banker ne bi redovno grabuljao, usled padavina došlo bi do stvaranja pokorice. Osim grabuljanja važno je dodati pesak u banker ukoliko je dubina peska manja od predviđene, u protivnom može doći do oštećenja osnove bankera i sl.

Održavanje ivica je važno kako za funkcionalnost bankera tako i za estetski izgled. Ukoliko se ivice ne održavaju, odnosno skraćuju redovno dolazi do prekomernog izrastanja trave koja ulazi u pesak, što može dovesti do komplikacija tokom igre.

Na osnovu istraživanja literaturnih podataka zaključuje se da je održavanje prepreka bitno za estetiku i funkcionalnost ovih sportskih površina. Bankeri na golf terenu Golf kluba "Beograd" sa aspekta održavanja i uređivanja ivica nisu u potpunosti na nivou koji se prema literaturi zahteva od istih. Naime, oko pojedinih bankera uočeno je prisustvo korovskih vrsta uz smanjenu kompaktnost travnjaka na mestima gde se javljaju vrste *Polygonum aviculare* L. i *Cynodon dactylon* L. Stoga se predlaže reparacija travnjaka oko bankera. Zaključuje se da su bankeru u okviru golf terena Golf kluba "Beograd" na Adi Ciganliji dobrom stanju i zadovoljavaju kriterijume.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana of Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS, koje finansira naučnoistraživački rad Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta za 2023. godinu, evidencioni broj 451-03-47/2023-01/200169

Literatura

- Butler, T. (2007): Managing bunkers for success. Greenkeeper International, BIGGA.
- Gilmeister, H., Moran, F., Goodner, J. R. (2019): Golf. Enciclopedia Britannica.
- Lowe, T., Vavrek, B. (2015): Managing bunkers. Green Section Record Vol. 53 (10), United States Golf Association.
- Maletić, J. (2020): Prepreke na golf terenima-bankeru, Master rad. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet Beograd, str.1.
- Soldan, M. D. (2009): An analysis of bunker design and construction's impact on golf course management. Master thesis. Kansas State University.

Stavretović, N. (1999): Prilog klasifikaciji travnjaka. Monografija, Zaštita životne sredine gradskih i prigradskih naselja. Eko konferencija 99, 22 septembar, 1999, Novi Sad.

Stavretović, N. (2005): Izgradnja sportskog travnjaka kao osnov za njegovo kvalitetno upravljanje, Zbornik radova I Međunarodne konferencije "Menadžment u sportu", Beograd, 288-291.

Witteveen, G., Bavier, M. (2013): Practical Golf Course Maintenance. John Wiley & Sons, Inc.

<https://www.usga.org/content/usga/homepage/customsearch.html?q=sand%20bunker&type=all&startIndex=1> (14.08.2020)

<https://golfclub.co.rs/o-nama/> (03.04.2021.)

SAND HAZARDS (BUNKERS) MAINTENANCE ON GOLF COURSES

Jelena Maletić, Jovana Petrović, Nevenka Galečić, Nenad Stavretović

*Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Odsek za pejzažnu arhitekturu u hortikulturu,
msc.jelenamaletic@gmail.com*

Summary

Golf as a sport implies recreation that improves thinking and is a milder form of physical activity and being in nature. Bunkers are hazards that consist of specially prepared surface of soil, which is often recessed, from which the grass layer was removed and replaced with sand. Bunker maintenance includes a series of operations for the sake of a good aesthetic appearance and functionality, that is, benefits for the game. The paper presents the process of maintaining sand hazards (bunkers) on golf courses through theory and practice. In addition to literary sources, in this paper we present the results of the research, that is, the analysis of the maintenance of sand hazards on the golf course on Ada Ciganlija. The following operations were valorized: raking sand, maintaining the depth of sand in the bunker and maintaining the edges of the bunker. Sand raking in the bunkers are done manually or by machine, with the aim of removing player's footprints, correct distribution of eroded particles and perfecting the convenience for the game. Maintaining the depth of the sand in the bunkers means periodically adding sand to them, because over time, due to intense atmospheric precipitation, wind and anthropogenic factors, particles migrate. Bunker edges are maintained for aesthetic reasons as well as functionality. The arrangement of the sand in the bunkers of the Golf Club "Belgrade" is

impaired by inadequate raking and the presence of tracks. Inadequate raking refers to the scattering of sand outside the bunkers and sand ridges along the edges. Contamination of sand with different types of waste leads to a change in its color. Therefore, the top layer, 2-5 cm thick, is removed and new sand is placed. Within the golf course on Ada Ciganlija, the contamination of the sand in the bunkers was rated as medium. The maintenance of the bunker's edges of the Golf Club "Belgrade", in the highest percentage, it has the average rating of the quality of maintenance, because parts of the grass that have grown in the sand have been recorded. Weed species that reduce their compactness (uniformity and coverage) were observed along the edges of the bunker, which is the lowest in the places where the species *Polygonum aviculare* L. and *Cynodon dactylon* L. occur.

Key words: bunker, landscape architecture, golf course, recreational areas, lawn, maintenance

KASETNI ZELENİ KROVOVI ZA ZDRAV GRAD

Ljiljana Tubić¹, Dejan Lazić², Nikola Petrović²

¹Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu

*²Green decor doo, Beograd
tubic@ibiss.bg.ac.rs*

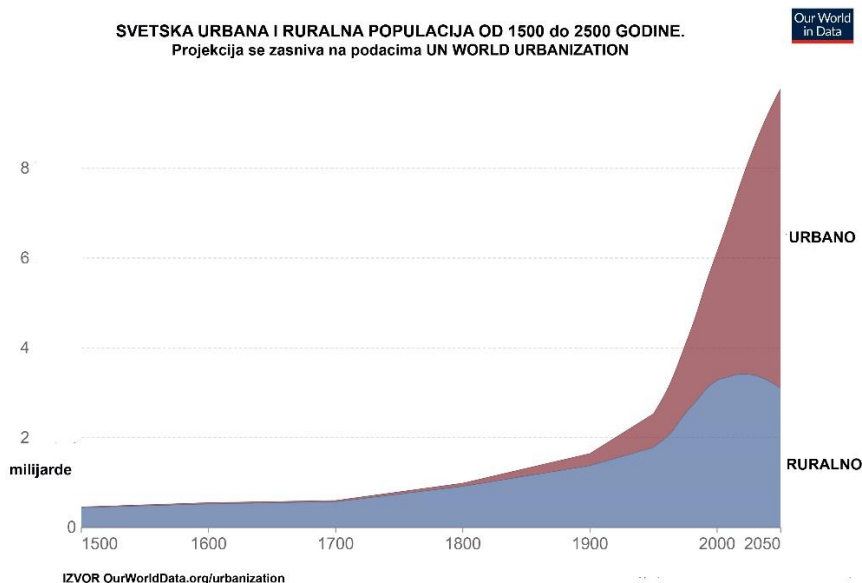
Rezime

Postojanje zelenih krovova značajno ublažava efekat urbanog ostrva toplote, pozitivno utiče na kvalitet vazduha, a ujedno smanjuje količinu energije koja se potroši za hlađenje i grejanje objekta. Kasetni zeleni krov 7,5 projektovan od strane tima Green decor doo uspešno i brzo pretvara sivi krov u funkcionalni zeleni prostor. Ovakvi ekstenzivni zeleni krovovi su posebno pogodni za ravne krovove, ali i za kose koji su pod uglom većim od 15 stepeni. Stabilne i lako uklopljive kasete su napravljene od recikliranih materijala. Njihov drenažno-akumulacioni sloj pokazuje dodatnu važnost tokom ekstremnih vremenskih uslova sa kojima se susrećemo poslednjih godina u Beogradu. Značaj zelenih krovova uvek treba posmatrati u odnosu na širu zajednicu i njeno okruženje. Pored svih ovih prednosti, zeleni krovovi u našim gradovima još uvek nisu dovoljno prepoznati i podržani. Zbog toga je neophodno sprovesti naučna istraživanja koja će nam pomoći da pokažemo da su kasetni zeleni krovovi važan faktor za formiranje zdravog grada. Uslovi na krovovima često mogu biti pravi izazov za život biljaka, stoga je potrebno posebnu pažnju posvetiti odabiru biljaka za zeleni krov. Ujedno moramo razmišljati da će zeleni krovovi biti pogodna staništa i za druge organizme (insekti, ptice, mahovine, lišajevi, mikroorganizmi u supstratu). Sve ovo nas dovodi do zaključka da pravilno dizajniran kasetni zeleni krov u velikoj meri doprinosi očuvanju biodiverziteta u gradskim uslovima.

Uvod

Prema podacima Svetske banke, trenutno 56% svetske populacije živi u gradovima (worldbank.org). Proces urbanizacije se nezaustavljivo ubrzava, što za posledicu ima izražen nedostatak prostora namenjenog za zelene površine. Istovremeno se značajno udaljavamo od prirodnih ekosistema. Sve to negativno utiče na kvalitet života i zdravlje ljudi. Procenjuje se da će do 2050. godine više od 2/3 svetske populacije živeti u gradskim sredinama (Sl. 1) (Ritchie i Roser, 2018). Gusta naseljenost gradskog stanovništva ugrožava zelene površine, a time dovodi i do izraženog efekta urbanog ostrva toplote

(Tseng i sar., 2022). Stoga je glavni cilj razvoja gradova povećanje urbanih zelenih površina, kako bi se što pre ublažili i usporili efekti globalnog zagrevanja. Poslednjih nekoliko decenija se predlaže da glavni elementi u ozelenjavanju gradova budu zeleni krovovi (Li i Yeung, 2014).



Slika 1. Svetska urbana i ruralna populacija od 1500 do 2500. godine. Izvor OurWorldData

Prednosti zelenih krovova

Nedavna studija, koju su širom sveta sprovedi Mentaschi i sar. (2022) pokazuje da su temperature u gradovima ponekad i do 10-15°C više nego u ruralnim područjima. Ovo je direktna posledica postojanja urbanih ostrva toplote koji značajno povećavaju rizik po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Autori daju korisne savete za ublažavanje ovog fenomena. Potrebno je voditi računa o uspostavljanju pravilnog strujanja vazduha, takođe je neophodno povećati broj zelenih krovova i fasada uz korišćenje svetlijih boja u građevinarstvu. Posebno treba istaći da zeleni krovovi značajno smanjuju količinu energije koja se potroši za hlađenje i grejanje objekta (Blanusa i sar., 2013, Ávila-Hernández i sar., 2020). Istraživanje koja su sprovedi Fallmann i sar. (2016), dokazuje da povećanje gradskog albeda i učestalost vegetacije može značajno da poboljša kvalitet vazduha, uz redukciju koncentracije štetnog prizemnog ozona. Zeleni krovovi u značajnoj meri produžavaju vreme potrebno za oticanje vode, istovremeno smanjujući količinu kišnice (Hubačiková i sar., 2018). Na taj način zeleni krovovi redukuju mogućnost pojave poplave u urbanim sredinama. Kemp i sar. (2019) su ustanovili da širokolisne vrste *Salvia* i *Stachys* pokazuju visok nivo evapotranspiracije istovremeno doprinoseći pravilnom

oticanju kišnice. Potvrđeno je da zeleni krovovi značajno filtriraju kišnicu i tako sprečavaju da zagađujuće materije stignu do reke (opisano kod Li i Yeung, 2014).

Nakon brojnih analiza je utvrđeno da su zeleni krovovi pogodna staništa i za druge organizme: različite vrste insekata, ptica, mahovina i lišajeva (opisano kod Gedge i Kadas, 2005). Shodno tome može se istaći da zeleni krovovi značajno doprinose očuvanju i povećanju biodiverziteta u gradskim uslovima. Izrazita biološka raznovrsnost insekata je pozitivno povezana sa gajenjem različitih biljnih vrsta na zelenim krovovima (Gedge i Kadas, 2004).

Kasetni zeleni krov

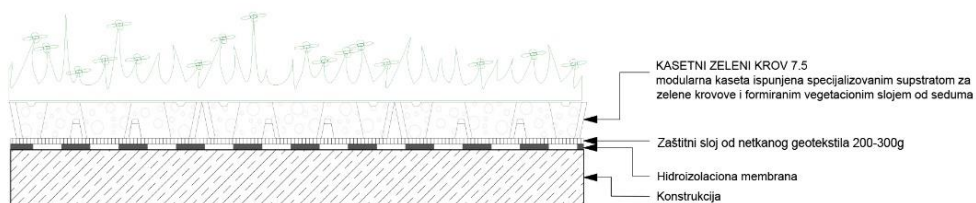
Kasetni zeleni krov 7,5 projektovan od strane tima Green decor doo uspešno i brzo pretvara sivi krov u funkcionalni zeleni prostor. Ovakvi ekstenzivni zeleni krovovi su posebno pogodni za ravne krovove, ali i za kose koji su pod uglom većim od 15 stepeni. Dizajniran je tako da se u drenažno-akumulacionom sloju zadržava određena količina kišnice koju biljke mogu da iskoriste, dok se višak vode usmerava kroz 24 otvora ka kišnoj kanalizaciji, uz odloženo oticanje od 5 do 7 sati nakon padavina. Značajna stabilnost kasete je postignuta ojačanim plastičnim zidovima koji omogućavaju hodanje po ispunjenoj kaseti. Supstrat kojim je kaseta ispunjena, ima ulogu u zadržavanju određene količine vode, pri čemu zadržava idealan vodo-vazdušni režim stvarajući biljkama optimalne uslove za rast (Sl. 2). Kasetni zeleni krov je izgrađen u dimezijama 40x40x7,5 cm. Kasete se lako mogu povezati zahvaljujući specijalno dizajniranim ključevima. Po 1 m² krova se postavlja 6,25 kaseta, ukupne težine 68,75 kg. Green decor posebnu pažnju posvećuje i slojevima ispod modularne kasete. Na konstrukciju se prvo postavlja hidroizolaciona membrana, a zatim i zaštitni sloj od netkanog geotekstila (Sl. 3). Zahvaljujući ovim slojevima značajno se produžava trajnost krova.



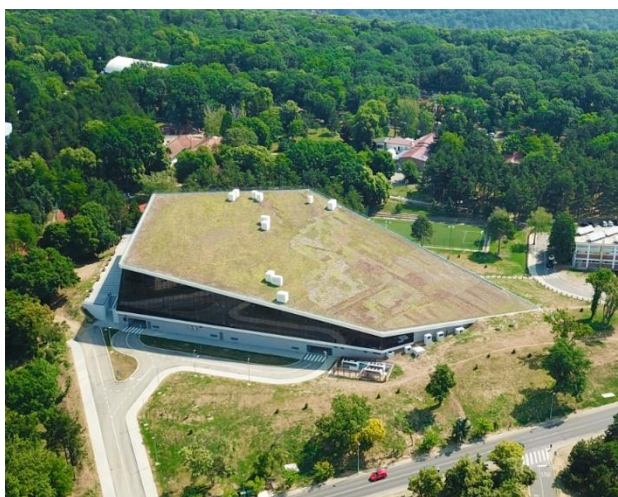
Slika 2. Izgled kasetnog zelenog krova 7,5 - Green decor doo.



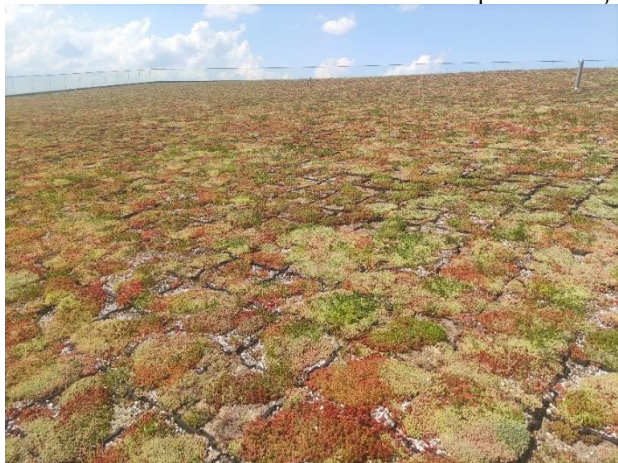
Green decor d.o.o.
sistem kasetnog zelenog krova



Slika 3. Sistem kasetnog zelenog krova



Slika 4. Multifunkcionalna dvorana zavoda za sport Košutnjak



Slika 5. Kasetni zeleni krov 7,5 - Multifunkcionalna dvorana zavoda za sport Košutnjak



Slika 6. Kasetni zeleni krov 7,5 - ŠOSO „Milan Petrović“ Novi Sad

Zeleni krovovi kroz naučna istraživanja

Gedge i Kadas su još 2005. godine ukazali na značaj informacija koje biolozi mogu proslediti pejzažnim arhitektama i da upravo ta interakcija doprinosi daljem razvoju zelenih krovova. Shodno tome, da bi značaj zelenog krova došao po punog izražaja potrebno je sprovesti studiju o prilagođenosti različitih biljnih vrsta na uslove u određenoj klimatskoj zoni. Pri odabiru biljaka za ova testiranja treba voditi računa o njihovoj prilagođenosti na specifične uslove koji vladaju na krovovima (suša, visoka temperatura, jako sunčevo zračenje) (Vestrella i sar., 2015; Benvenuti i Bacci, 2010; Mechelen i sar., 2014). Utvrđeno je da na zelenim krovovima kombinacija više biljnih vrsta dovodi do veće otpornosti na stresne uslove u poređenju sa monokulturama (Lundholm i sar., 2010; Nagase i Dunnett, 2010). Bogastvo vrstama dovodi do stabilnijeg i produktivnijeg ekosistema. Treba naglasiti da gajenje polikultura poboljšava osnovne funkcije zelenih krovova i da dodatno snižava temperaturu krova za 1,5 °C (Lundholm i sar., 2010).

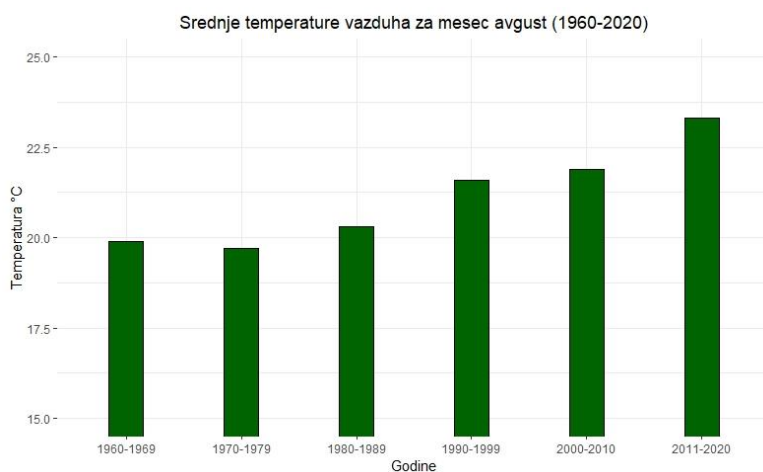
Benvenuti i Bacci (2010) su uspeali u nameri da pokažu da su mediteranske kserofite izuzetno pogodne za zelene krovove. Mediteran je bogat autohtonim vrstama koje su već prilagođene suvim i toplim letima. Sakupili su semena 20 vrsta i testirali su njihovu klijavost u laboratoriji. Klijanci koji su razvili dobar korenov sistem, su nastavili uspešno da napreduju na zelenim krovovima. Dve vrste biljaka su se posebno istakle: *Anthemis maritima* i *Glaucium flavum*. Nakon šest meseci testirali su rast biljaka i najveću biomasu je postigla vrsta *Verbascum thapsus*. Rezultati Van Mechelen i sar. (2014) su dodatno potvrdili da se testiranjem autohtonih mediteranskih vrsta može pomoći industriji zelenih krovova u suočavanju sa problemima koji donose klimatske promene.

Vestrella i sar. (2015) su testirali prilagođenost 12 biljnih vrsta na specifične mediteranske klimatske uslove. Tokom ovog eksperimenta pratili su sledeće parametre: % preživljavanja biljaka, pokrivenost supstrata, cvetanje i ukupnu biomasu. Važno je istaći da su svi ovi parametri testirani kod biljaka koje su dodatno zalivane, kao i kod biljaka koje su se oslanjale samo na kišu. Utvrdili su da su se ove četiri biljne vrste *Centranthus ruber*, *Santolina rosmarinifolia*, *Helichrysum stoechas* i *Iris lutescens* pokazale kao najuspešnije.

Znajući da je jedan od odgovora biljaka na sušu upravo zatvaranje stoma, Blanus i sar. (2013) su proučavali kako morfologija lista utiče na njegovu temperaturu. Pratili su vrednosti provodljivosti stoma kod vrsta *Stachys byzantina*, *Hedera hibernica* i *Bergenia cordifolia*. Smanjena provodljivost stoma dovodi do opadanja efikasnosti fotosinteze tokom perioda suše. Kod vrsta *S. byzantina* su izmerene najviše vrednosti provodljivosti stoma čak i tokom sušnih perioda. Tokom istraživanja je utvrđeno da ova vrsta ima nižu

temperaturu lista i tokom najtoplijih dana u poređenju sa vrstama roda *Sedum*. Vaz Monteiro i sar. (2017) su nastavili istraživanje proširujući listu parametara koje su pratili (boja i debljina lista, albedo efekat, indeks lisne površine i toplotni fluks). Utvrdili su da biljke svetlo obojenih listova, kod kojih je izmerena visoka vrednost provodljivosti stoma i visok indeks lisne površine obezbeđuju maksimalni potencijal za hlađenje zelenih krovova tokom najtoplijeg dela dana. Na osnovu dobijenih rezultata autori predlažu da se vrste *Stachys byzantina* i *Salvia officinalis* obavezno uzmu u razmatranje prilikom planiranja ozelenjavanja krovova.

Fernandez-Cañero i sar. (2013) su nakon studije sprovedene u južnoj Španiji zaključili da su njihovim građanima najprivlačniji pažljivo dizajnirani zeleni krovovi sa raznovrsnom vegetacijom. Ustanovili su da posebnu pažnju treba posvetiti kalendaru cvetanja. Percepcija građana o zelenim krovovima pre svega zavisi od njihovog već postojećeg znanja o ovim sistemima. Da bismo u budućnosti mogli da stignemo do odgovarajuće zastupljenosti zelenih krovova u našim gradovima potrebno je da što pre započnemo sa edukacijom stanovništva o svim pogodnostima koje nam pružaju zeleni krovovi.



Slika 7. Srednje temperature vazduha za mesec avgust (1960-2020), modifikovano prema rezultatima Glišić i sar., 2022.

Klimatske promene u Srbiji se već uveliko ispoljavaju kroz negativan uticaj na životnu sredinu. Kao što nam podaci pokazuju (Sl. 7), mesec avgust je u odnosu na pre 40 godina topliji za čak 3 stepena. Drugi problem predstavlja neravnomerno raspoređena količina padavina – primer je april 2019. godine kada je u samo tri dana palo čak 45 mm od ukupnih 56 mm (odgovara višegodinjem proseku) (Glišić i sar., 2022). Da bi održavanje zelenih krovova postalo lakše i efikasnije potrebno je da na neke od njih instaliramo različite senzore. Na taj način bismo dobili informacije o temperaturi, vlažnosti supstrata, intezitetu sunčevog zračenja, kao i o pH vrednosti (Byrne i Cotman, 2021; Tseng i sar.,

2022). U okviru budućeg plana razvoja zelene infrastrukture trebalo bi pažljivije da se razmotri odabir biljnih vrsta u skladu sa klimatskih promenama.

Zaključci

- Zeleni krovovi su glavni elementi u ozelenjavanju gusto naseljenih gradova.
- Kasetni zeleni krov 7,5 na osnovu svojih karakteristika predstavlja odličan model sistem za naučna istraživanja.
- Za dalji uspešan razvoj zelenih krovova neophodno je uspostaviti interakciju između pejzažnih arhitekata i biologa.
- Značajno je sprovoditi studije o prilagođenosti različitih biljnih vrsta na specifične klimatske uslove.
- Važno je da se što pre započne sa edukacijom stanovništva o svim pogodnostima koje nam pružaju zeleni krovovi.

Zahvalnica

Green decor d.o.o, Beograd, Srbija;

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije na osnovu Ugovora o realizaciji evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200007.

Literatura:

- Ávila-Hernández A., Simá E., Xamán J., Hernández-Pérez I., Téllez-Velázquez E., Chagolla-Aranda M.A. (2020) Test box experiment and simulations of a green-roof: Thermal and energy performance of a residential building standard for Mexico. *Energy & Buildings* 209:109709.
- Benvenuti S., Bacci D. (2010) Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosystem* 13:349-363.
- Blanusa T., Vaz Monteiro M.M., Fantozzi F., Vysini E, Li Y, Cameron R.W.F. (2013) Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better 'cooling service'? *Building and Environment* 59:99e106.
- Byrne B., Cotman S. (2021) Creating an Automated Green Roof Management System via the Arduino Internet of Things Cloud. *Journal of Student Academic Research* 2,1.
- Fallmann J., Forkel R., Emeis S. (2016) Secondary effects of urban heat island mitigation measures on air quality. *Atmospheric Environment* 125: 199e211.

- Fernandez-Cañero R, Emilsson T, Fernandez-Barba C, Machuca MAH (2013) Green roof systems: A study of public attitudes and preferences in southern Spain. *Journal of Environmental Management* 128:106-115.
- Gedge D., Kadas G. (2004) Bugs, bees, and spiders: Green roof design for rare invertebrates. Second Annual Greening rooftops for sustainable communities conference, Portland, Oregon.
- Gedge D., Kadas G (2005) Green roofs and biodiversity. *Biologist*, 52 (3):161-169.
- Glišić, I., Milošević T., Paunović G., Ilić R. (2022) Uticaj klimatskih promena na proizvodnju maline u Republici Srbiji. Zbornik radova naučne konferencije „Četvrta industrijska revolucija u poljoprivredi“, 44-53. Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 23. decembar 2022. godine.
- Hannah Ritchie and Max Roser (2018) Urbanization. Objavljeno na OurWorldData.org
- Hubáčiková V., Filipová L., Pelikán P. (2018) The establishment of experimental green roofs. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Acta Brunensis* 66 (1):0043-0048.
- Kemp S., Hadley P., Blanuša T. (2019) The influence of plant type on green roof rainfall retention. *Urban Ecosystems* 22:355-366.
- Li W.C., Yeung K.K.A. (2014) A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective. *International Journal of Sustainable Built Environment* 3:127-134.
- Lundholm J, MacIvor JS, MacDougall Z, Ranalli M (2010) Plant Species and Functional Group Combinations Affect Green Roof Ecosystem Functions. *PloS ONE* 5(3):e9677.
- Mentaschi L., Duvellier G., Zulian G., Corbane C., Pesaresi M., Maes J., Stocchino A., Feyen L (2022) Global long-term mapping of surface temperature shows intensified intra-city urban heat island extremes. *Global Environmental Change* 72:102441
- Nagase A., Dunnett (2010) Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landscape and Urban Planning* 97:318-327.
- Tseng KH., Chung MY., Chen LH, Chou LA (2022) A study of green roof and impact on the temperature of buildings using IoT system. *Scientific Reports* | 12:16140.
- Van Mechelen C., Dutoit T., Kattge J., Hermy M. (2014) Plant trait analysis delivers an extensive list of potential green roof species for Mediterranean France. *Ecological Engineering* 67:48-59.
- Vestrella A, Savé R, Biel C (2015) An experimental study in simulated greenroof in mediterranean climate. *Journal of Agricultural Science* 7, 4.

Vaz Monteiro M, Blanusa T, Verhoef A, Richardson M, Hadley P, Cameron R.W.F. (2017) Functional green roofs: Importance of plant choice in maximising summertime environmental cooling and substrate insulation potential. *Energy and Buildings* 141:56-68.

<https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>

ISBN:978-86-916397-8-5



9

788691

639785