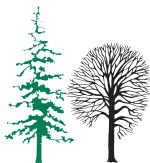




Silva Slovenica

Studia Forestalia Slovenica

186



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



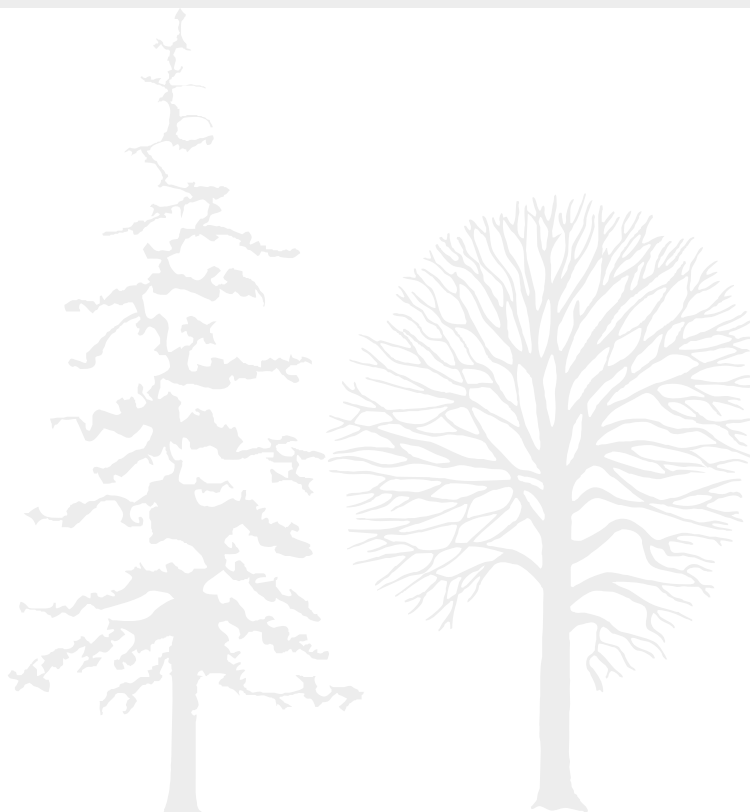
UNIVERZA
V LJUBLJANI

BF

Biotehniška
fakulteta

Znanstveno srečanje

GOZD in LES: Podnebne spremembe in biotska raznolikost



Ljubljana, 30. maj 2024



Silva
Slovenica

Zbirka Studia Forestalia Slovenica, št. 186
ISSN 0353-6025

Izdajatelj:

Gozdarski inštitut Slovenije,
Založba Silva Slovenica, 2024

Naslov:

GOZD in LES: Podnebne spremembe in biotska
raznolikost

Glavni uredniki:

prof. dr. Hojka Kraigher
prof. dr. Miha Humar
dr. Jožica Gričar

Tehnična urednica:

mag. Katja Sonnenschein

Izdaja: 1. izdaja

Naklada: 50 izvodov

Cena: brezplačno

DOI 10.20315/SFS.185

Sofinanciranje:

Srečanje in izdajo zbornika finančno podpira
projekt LIFE SySTEMiC, sofinanciran iz programa
LIFE, MNVP, MKGP in GIS

Prispevki v zborniku niso recenzirani.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE,
PODNEBJE IN ENERGIJO



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



Javna agencija za znanstvenoraziskovalno
in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

551.588.7:630(082)
674.04(082)

ZNANSTVENO srečanje Gozd in les (2024 ; Ljubljana)

Gozd in les : podnebne spremembe in biotska raznolikost : znanstveno srečanje :
Ljubljana, 30. maj 2024 / [glavni uredniki Hojka Kraigher, Miha Humar, Jožica Gričar]. - 1.
izd. - Ljubljana : Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2024. - (Zbirka
Studia Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 186)

ISBN 978-961-6993-84-5
COBISS.SI-ID 195304195



ZNANSTVENO SREČANJE

GOZD in LES: Podnebne spremembe in biotska raznolikost

v četrtek, 30. 05. 2024, od 9:00 do 14:00 v veliki dvorani Gozdarskega inštituta Slovenije,
Večna pot 2, Ljubljana

Znanstveno srečanje Gozd in les organiziramo raziskovalne organizacije s področja gozdarstva, lesarstva in papirništva v sodelovanju s 4. razredom za naravoslovne vede in Svetom za varovanje okolja SAZU, vsako leto konec maja. Letošnje srečanje je 14. zaporedno in je namenjeno predstavitev vplivov podnebnih sprememb na gozd in biotsko raznolikost. Velika temperaturna odstopanja od dolgoletnih povprečij v zadnjih letih opozarjajo, da so spremembe podnebja izrazitejše, kot smo menili doslej. Te spremembe se odražajo tudi v gozdovih in na lastnostih lesa. Eden od pogosto spregledanih vplivov podnebnih sprememb je vpliv na biotsko raznolikost. Gozdovi so podvrženi številnim ujmam, spreminja se drevesna sestava, vedno pogosteje opažamo številne tujerodne in invazivne vrste.

Raziskovalci s področja gozdarstva, lesarstva in papirništva v okviru različnih projektov obravnavajo probleme prihodnosti ter skušajo pripraviti izhodišča za razumevanje procesov in pripravo ukrepov. Eden od izzivov je dejstvo, da so poskusi v gozdarstvu dolgotrajni in pogosto segajo čez obdobje financiranja posameznega projekta. Zato je smiselno in nujno potrebno podpirati dolgoletne raziskave ter mednarodno, interdisciplinarno in medinstitucionalno sodelovanje.

Med vabljenimi predavatelji sta letos prof. dr. Elena Paoletti iz Italije, vodilna strokovnjakinja s področja vplivov ozona na vegetacijo, in doc. dr. Žiga Zaplotnik, predsednik Podnebnega sveta RS, ki bo predstavil projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo. Drugi predavatelji bodo med drugim obravnavali vplive gozdnogojitvenih sistemov na biotsko raznovrstnost organizmov v gozdnih tleh, vplive podnebnih sprememb na les kot gradbeni material in uporabo lesa kot sestavino različnih biokompozitov.

Posvet zaključujemo z okroglo mizo Zgodovina intenzivnega monitoringa v Sloveniji ob 20-letnici intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji.

Letos praznujemo 20 let izvajanja aktivnosti intenzivnega monitoringa gozdov v okviru mednarodnega programa za gozdove (ICP Forests) pod okriljem ženevske konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje prek meja. Na okroglo mizo smo povabili predstavnike MKGP, ARSO in ZGS, ki predstavljajo institucije, ki so imele poleg sodelavk in sodelavcev Gozdarskega inštituta Slovenije ključno vlogo pri izvajanju in zagotavljanju programa. Dogodek bo trajal največ 60 minut. Na okrogli mizi bodo predstavljeni pogledi na program in pogled v naprej, kako nadaljevati intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov. Pomembna je sinergija obstoječega programa z bodočim EU monitoringom, npr. predlogom EU monitoringa gozdov in monitoringa tal ter drugimi politikami in trajnimi spremljanji gozdnih ekosistemov in biodiverzitete na vseh nivojih v času hitrih in intenzivnih okoljskih sprememb.

Prof. dr. Hojka Kraigher, dr. Jožica Gričar in prof. dr. Miha Humar

PROGRAM ZNANSTVENEGA SREČANJA

8:30–9:00	Registracija	
<i>Moderatorja: Hojka Kraigher, GIS, in Miha Humar, BF UL</i>		
9:00–9:10	Pozdrav gostiteljic	<i>Nike Krajnc, direktorica Gozdarskega inštituta Slovenije Marina Pintar, dekanja Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani</i>
9:10–9:20	Pozdravne besede	
9:20–9:30	Odprtje srečanja	<i>pismo akademika Mitje Zupančiča, SAZU</i>
Predavanja <i>Moderatorka Jožica Gričar, GIS</i>		
9:30–10:00	<i>Paoletti</i>	Ozone and urban forestry
10:00–10:30	<i>Zapltnik idr.</i>	Podnebne spremembe v Sloveniji
10:30–10:45	<i>Mrak idr.</i>	Ektomikorizne glive in podnebne spremembe
10:45–11:00	<i>Osolnik idr.</i>	Uporaba celuloznih nanofibril in bioaktivnih polifenolov za pripravo polimernih biokompozitov
11:00–11:15	<i>Primožič idr.</i>	Are professional stakeholders in the field of sustainable construction concerned about climate change?
11:15–11:45	Odmor	
Predstavitve plakatov in izbranih projektov <i>Moderator Marko Petrič, BF</i>		
11:45–11:50	<i>Kravanja idr.</i>	Prilagodljivost navadne bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) na spreminjajoče se okolje
11:50–11:55	<i>Mrak idr.</i>	Vpliv načina gospodarjenja z gozdom na ektomikorizne glive v sestojih bukve
11:55–12:00	<i>Suban</i>	Protivetrne zasaditve in mejice – Neizkoriščena elementa kulturne krajine
12:00–12:05	<i>Prislan idr.</i>	Značilnosti lesa oljke (<i>Olea europaea</i> L.)
12:05–12:10	<i>Mencarelli et al.</i>	Optimizing low-quality wood value through charcoal production using mobile charcoal kiln
12:10–12:15	<i>Bizjak Štrus idr.</i>	Primerjava okoljskih in ekonomskih vplivov razmaščevanja bukovega lesa s terpentinom v primerjavi z DCSBD plazmo pred nanosom antivegetativnega premaza z uporabo LCA in LCC analize
12:15–12:20	<i>Brus idr.</i>	Proteinska lepila za visoko zmogljive notranje lesene konstrukcije (SEAFARER)

12:20–12:25	<i>Pivk idr.</i>	Analiza impregnacije železniških pragov s hiperspektralnim oslikovanjem
12:25–12:30	<i>Simončič idr.</i>	20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji
12:30–12:35	<i>Pintar idr.</i>	Osutost dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa »ICP Forests« v Sloveniji
12:35–12:40	<i>Kutnar idr.</i>	Število rastlinskih vrst v slovenskih gozdovih se zmanjšuje: Intenzivni monitoring stanja gozdov
12:40–12:45	<i>Marinšek idr.</i>	20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – GOZDNA TLA
12:45–12:50	<i>Šercer</i>	Vremenski vzorci: Pogled na 20-letni intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov
12:50–12:55	<i>Žlindra idr.</i>	20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – zračne usedline
12:55–13:00	<i>Žlindra idr.</i>	20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – OZON
13:00–14:00	Okrogla miza: Zgodovina intenzivnega monitoringa v Sloveniji	<i>Moderator Primož Simončič, GIS</i>

Prireditelji:

programska skupina Gozdna biologija, ekologija in tehnologija, prof. dr. Hojka Kraigher, programska skupina Les in lignocelulozni kompoziti, prof. dr. Miha Humar, programska skupina Gozdno-lesna veriga in podnebne spremembe: prehod v krožno biogospodarstvo, dr. Jožica Gričar, v sodelovanju s IV. razredom za naravoslovne vede in Svetom za varovanje okolja Slovenske akademije znanosti in umetnosti.

Kontaktna oseba: Katja Sonnenschein (katja.sonnenschein@gozdis.si)

Srečanje finančno podpira projekt LIFE SySTEMiC, sofinanciran iz programa LIFE, MNVP, MKGP in GIS.

KAZALO

PREDAVANJA

- 13 Latest developments in the study of tropospheric ozone impacts on vegetation
Elena Paoletti
- 14 Podnebne spremembe v Sloveniji
Žiga Zaplotnik, Matic Pikovnik
- 15 Ektomikorizne glive in podnebne spremembe
Tanja Mrak, Tina Unuk Nahberger, Nataša Šibanc, Olivera Maksimović, Philip Brailey-Jones, Mitja Ferlan, Jožica Gričar, Hojka Kraigher
- 16 Uporaba celuloznih nanofibril in bioaktivnih polifenolov za pripravo polimernih biokompozitov
Urša Osolnik, Viljem Vek, Primož Oven, Ida Poljanšek
- 20 Are professional stakeholders in the field of sustainable construction concerned about climate change?
Lea Primožič, Andreja Kutnar, Ana Slavec

PREDSTAVITVE PLAKATOV IN IZBRANIH PROJEKTOV

- 23 Prilagodljivost navadne bukve (*Fagus sylvatica*) na spreminjajoče se okolje
Marija Kravanja, Marjana Westergren
- 25 Vpliv načina gospodarjenja z gozdom na ektomikorizne glive v sestojih bukve
Tanja Mrak, Tijana Martinović, Nataša Šibanc, Tina Unuk Nahberger, Rok Damjanić, Donatella Paffetti, Cristina Vettori, Davide Travaglini, Cesare Garosi, Andrea Alfano, Fabio Ciabatti, Miran Lanščak, Mladen Ivanković, Zvonimir Vujnović, Hojka Kraigher
- 26 Protivetrne zasaditve in mejice – neizkoriščen element kulturne krajine
Nejc Suban
- 28 Značilnosti lesa oljke (*Olea europaea* L.)
Peter Prislan, Gregor Skoberne, Jožica Gričar
- 30 Optimizing low-quality wood value through charcoal production using mobile charcoal kiln
Alessio Mencarelli, Matevž Triplat, Rosa Greco, Stefano Grigolato
- 31 Primerjava okoljskih in ekonomskih vplivov razmaščevanja bukovega lesa s terpentinom v primerjavi z DCSBD plazmo pred nanosom antivegetativnega premaza z uporabo LCA in LCC analize
Neja Bizjak Štrus, Sebastian Dahle, Manja Kitek Kuzman, Leon Oblak, Katarina Remic
- 32 Proteinska lepila za visoko zmogljive notranje lesene konstrukcije (SEAFARER)
Maks Brus, Martin Capuder, Branka Mušič, Peter Nadrah, Jaka Pečnik, Andreja Pondelak
- 34 Analiza impregnacije železniških pragov s hiperspektralnim oslikovanjem
Meta Pivk, Jaka Levanič, Miha Humar
- 36 20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji
Primož Simončič, Matej Rupel, Daniel Žlindra, Lado Kutnar, Aleksander Marinšek

- 38 Osutost dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa »ICP Forests« v Sloveniji
Anže Martin Pintar, Mitja Skudnik
- 40 Število rastlinskih vrst v slovenskih gozdovih se zmanjšuje: Intenzivni monitoring stanja gozdov
Lado Kutnar, Janez Kermavnar
- 42 20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – GOZDNA TLA
Aleksander Marinšek, Primož Simončič, Daniel Žlindra
- 44 Vremenski vzorci: Pogled na 20-letni intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov
Saša Šercer
- 46 20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – zračne usedline
Daniel Žlindra, Primož Simončič, Matej Rupel
- 48 20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – OZON
Daniel Žlindra, Primož Simončič, Matej Rupel

ŽIVLJENJE PISI AVTORJEV



Dr. **Elena Paoletti** is Research Director at the National Research Council of Italy and Responsible of the Florence Branch of the Institute of Research on Terrestrial Ecosystems. She is a forest ecophysiologicalist with research and teaching experience on air pollution, climate change and vegetation in many countries, e.g. China, Japan, USA, Switzerland. She is member of the Board of the European Forest Institute (EFI), and member of the Management Committee of the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO).



Doc., dr. **Žiga Zaplotnik** je raziskovalec na Evropskem centru za srednjeročne vremenske napovedi v Bonnu (Nemčija), kjer se ukvarja z algoritmi za asimilacijo atmosferskih meritev v modele za napovedovanje vremena za pripravo začetnega pogoja za meteorološko napoved. Raziskovalno se ukvarja tudi z dinamiko ozračja in klime ter spremembami atmosferske cirkulacije zaradi podnebnih sprememb. Od leta 2023 je docent iz meteorologije na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani."

Dr. **Tanja Mrak** je od leta 2012 zaposlena na Oddelku za gozdno fiziologijo in genetiko Gozdarskega inštituta Slovenije. Zanimajo jo simbioze (ektomikoriza, lišaji), drobne korenine ter njihov odziv na abiotične stresne razmere v okolju.



Mag. kem. **Urša Osolnik** je zaposlena kot raziskovalka na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Študirala je na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo, kjer je sprva pridobila naziv diplomirana kemičarka. Študij kemije je nadaljevala in na 2. stopnji bolonjskega študija pod mentorskim vodstvom prof. dr. Romane Cerc Korošec uspešno zagovarjala magistrsko delo z naslovom: *Vpliv dodatka dušika in žvepla na fotokatalitske lastnosti tankih plasti TiO₂ pri osvetljevanju z UV in vidno svetlobo*. Sedaj je vpisana na interdisciplinarni doktorski študijski program Bioznanosti na Biotehniški fakulteti, smer Les in biokompoziti, kjer raziskuje in razvija načine priprave in modifikacije celuloznih nanofibril ter nadaljnjo vključitev le teh v polimerne matrice za izdelavo polimernih nanokompozitov.



Lea Primožič is a researcher at University of Primorska and a public relations expert at the research institute InnoRenew CoE. After the Bachelor's degree from Marketing Communication and Public Relations (Faculty of Social Sciences, University of Ljubljana), she earned the Master's degree at the Faculty of Economics (University of Ljubljana). Currently she is a PhD student at the Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Information Technologies (University of Primorska) dedicated to the topic of science communication and promotion of new concepts of sustainable construction with relevant stakeholders. Her areas of interest are marketing communication, economy, science communication of healthy built environments, timber buildings and sustainable construction.



Marija Kravanja je biologinja, zaposlena kot mlada raziskovalka na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ter doktorska študentka Bioznanosti na BF UL. V sklopu doktorskega dela se ukvarja z obdelavo genomskih podatkov dreves in napovedovanjem njihovega preživetja ter rasti v spremenjenih klimatskih razmerah.



Nejc Suban je magister Ekologije in biodiverzitete z večletnimi izkušnjami dela na področju aplikativne mikologije in mikrobiologije tal. Delal in študiral je v tujini (Španija, Portugalska, Turčija, Bolgarija), trenutno, pa je zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije.



Dr. **Peter Prislan** je diplomiral in doktoriral iz področja lesarstva na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Kot višji znanstveni sodelavec je zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije, na Oddelku za prirastoslovje in gojenje gozda. Njegova raziskovalna področja so biologija lesa (anatomija lesa in skorje, nastajanje lesa in floema, kambijeva aktivnost, celična ultrastruktura, celična diferenciacija), kvantitativna anatomija in dendroekologija. Delal je v več laboratorijih v tujini, npr. Univerza v Hamburgu, Nemčija in Université du Québec à Chicoutim, Kanada. Objavil je več kot 40 izvirnih znanstvenih člankov v revijah, ki jih citira SCI, več znanstvenih člankov v domačih revijah ter poglavja v znanstveni monografiji. Njegovi članki so bili citirani 2497 (WoS) / 2647 (SCOPUS) krat ter dosega h-indeks 25.



Alessio Mencarelli is a Ph.D. student at the University of Padova, working in the Laboratory of Biofuel Analysis within the Department of Land, Agriculture, and Forestry. He holds a Bachelor's degree in Forest Science from Marche Polytechnic University (2019) and a Master's degree in Forest Science from the University of Padova (2021), where he completed a thesis on the quality of barbecue charcoal available in the Italian market. His main interests lie in biomass and bioenergy, with his current research focusing on charcoal production and its use for grilling. Specifically, he investigates how charcoal quality impacts emissions and user exposure to harmful compounds during barbecuing.



Neja Bizjak Štrus je diplomirala iz biologije in magistrirala iz mikrobiologije. Po dokončanem študiju se je zaposlila kot mlada raziskovalka na Oddelku za lesarstvo BF UL, kjer je hkrati vpisana tudi kot doktorska študentka Bioznanosti, smer Les in biokompoziti, BF UL. V sklopu doktorskega dela se ukvarja z obdelavo lesa s hladno plazmo in preučuje njen vpliv na lesne glive ter impregnacijska sredstva. Glavni cilj doktorske naloge je opredeliti delovanje plazme na prej omenjenih področjih ter uvesti okolju prijaznejše metode za pred-obdelavo in zaščito lesa.



Moje ime je **Meta Pivk**. Stara sem 25 let in trenutno živim v Ljubljani. Končala sem dodiplomski in magistrski študij na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Trenutno sem zaposlena kot mlada raziskovalka na Katedri za lesne škodljivce, zaščito in modifikacijo lesa. Osnovni namen moje doktorske disertacije je uporaba hiperspektralnega slikanja za sortiranje lesa. V prostem času rada izdelujem lesene izdelke, kot so deske za rezanje in leseni nakit. Prav tako sem navdušena nad potovanji in preživljanjem prostega časa v naravi.



Doc., dr. **Primož Simončič**, znanstveni svetnik, raziskovalec na oddelku za gozdno ekologijo. Od leta 1988 je zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije.



Anže Martin Pintar je raziskovalec zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije od leta 2018 in doktorski študent na študiju Bioznanosti. Njegova področja dela so gozdne inventure, monitoring gozdov, daljinsko zaznavanje in kartiranje ekosistemskih storitev.



Doc. dr. **Lado Kutnar** je kot znanstveni svetnik zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije v Ljubljani. Več kot tri desetletja se že ukvarja s proučevanjem stanja in sprememb biotske raznovrstnosti gozdov, zlasti na vrstnem (rastline) in ekosistemskem nivoju (gozdne združbe, rastiščni in habitatni tipi). Proučuje tudi različne vidike rastlinske in vegetacijske ekologije ter sinsistematike gozdov. V povezavi s tem je za potrebe načrtovanja in usmerjanja razvoja gozdov s soavtorji pripravil Tipologijo gozdnih rastišč Slovenije. V zadnjem obdobju se intenzivno ukvarja z različnimi abiotskimi in biotskimi motnjami (podnebne spremembe, degradacija gozdnih sestojev, invazivne tujerodne vrste) ter z drugimi vidiki varstva narave (redki in ogroženi habitatni tipi, gozdni rezervati, Natura 2000).

Je soavtor preko 840 dokumentiranih del (COBISS), od tega je 109 znanstvenih člankov, večje število prispevkov za znanstvene monografije (16) in konference (127). Skupaj s soavtorji je pripravil 16 strokovnih monografij, številne druge strokovne prispevke in mnenja o gozdnogospodarskih načrtih. Objavil je tudi več poljudnih člankov in drugih prispevkov. Kot urednik sodeluje pri različnih publikacijah ter je recenzent prispevkov za razne tuje in domače znanstvene revije.

Poleg tega, da svoje znanje redno prenaša na različnih izobraževalnih delavnicah za gozdarje in drugo strokovno javnost, v okviru visokošolskega študija izvaja tudi mentorsko dejavnost. Na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani je habilitiran kot predavatelj za področje varstva narave in okolja. V programu Varstvo okolja na Visoki šoli za trajnostni razvoj (B&B) v Kranju pa predava vsebine predmeta Ohranjanje biotske raznovrstnosti. Za ponazoritev in obogatitev vsebin svojega znanstvenega, strokovnega in pedagoškega dela rad uporablja fotografijo, s katero se tudi ljubiteljsko ukvarja.



Dr. **Aleksander Marinšek** je po izobrazbi gozdar. Njegovo strokovno in znanstveno delo je usmerjeno v gozdna rastišča, kjer skuša uporabiti in povezovati svoja znanja iz fitocenologije, pedologije in ekologije. Zanima ga pedologija, predvsem problematika ogljika, varstva tal, pa tudi varstvo rastlinske biodiverzitete, problematika invazivnih rastlinskih vrst in na sploh vse kar je povezano z ekologijo v gozdnem ekosistemu. Od leta 2013 je zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije, kjer je trenutno raziskovalec in od leta 2019 predstojnik Oddelka za gozdno ekologijo. Od leta 2002 do 2012 je bil zaposlen na Biološkem inštitutu ZRC SAZU, kjer se je ukvarjal s fitocenologijo. Od leta 2009 opravlja tudi pedagoško delo, in kot višji predavatelj na Višji šoli Postojna (program Gozdarstvo in lovstvo), predava predmet Gojenje gozdov s fitocenologijo.



Daniel Žlindra, univ. dipl. kem. je samostojni strokovni sodelavec in vodja Laboratorija za gozdno ekologijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Njegovo strokovno delo je usmerjeno v analitiko vod, rastlinskega materiala, tal, zraka. Z vpeljavami standardiziranih metod in razvoju novih aktivno sooblikuje kakovost, zanesljivost in razvoj Laboratorija za gozdno ekologijo. Od leta 2000 je zaposlen na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

PREDAVANJA

Latest developments in the study of tropospheric ozone impacts on vegetation

Elena Paoletti¹

1 IRET-CNR, Italy

Predavanje:

Ozone is a very oxidative gas and is a secondary pollutant, i.e. it is not directly emitted from the sources. Despite significant efforts in reducing the emission of precursors, we will show that tropospheric ozone is still an issue for vegetation health, especially in Asia and Africa. Here we will review the indices (exposure-based such as AOT40 and stomatal flux-based such as PODy) and the approaches (free-air systems, epidemiological monitoring, used of antioxidants), that have been developed to assess such risks, and summarize the latest results about the effects on biodiversity, stomatal control and carbon sequestration of terrestrial plant ecosystems. Air quality improvement by using urban green infrastructure will be also discussed in terms of species-specific biogenic volatile emissions.

Podnebne spremembe v Sloveniji

Žiga Zaplotnik^{1,2} in Matic Pikovnik²

- 1 Evropski center za srednjeročne vremenske napovedi
- 2 Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

E-naslov: ziga.zaplotnik@ecmwf.int

Predavanje:

V predavanju opišemo merljive indikatorje podnebnih sprememb in navedemo neizpodbitne fizikalne dokaze za antropogenost teh sprememb. Prikažemo projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo in negotovosti projekcij zaradi tako zaradi poteka emisij kot zaradi negotovosti odziva klimatskega sistema. Posledice podnebnih sprememb ilustriramo na opaženem in pričakovanem premiku klimatskih pasov, časovnem premiku letnih časov, vplivu na ekstremne vremenske dogodke, vodno bilanco, osončenost in druge relevantne parametre.

Ključne besede:

Podnebne spremembe, ekstremni vremenski dogodki, klimatski pasovi, izotopska analiza

Ektomikorizne glive in podnebne spremembe

**Tanja Mrak,¹ Tina Unuk Nahberger,¹ Nataša Šibanc,¹ Olivera Maksimović,¹
Philip Brailey-Jones,² Mitja Ferlan,^{1,3} Jožica Gričar¹ in Hojka Kraigher¹**

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

2 University of Georgia, Athens, Georgia 30602, ZDA

3 ARSO, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: tanja.mrak@gozdis.si

Poudarki:

- Podnebne spremembe vplivajo na ektomikorizne glive neposredno, preko sprememb v okolju, in posredno, preko količine fotosintatov, ki jo prejmejo od gostitelja.
- Vplivi na ektomikorizne glive se lahko večplastni (vitalnost, vrstna pestrost, sestava združbe, spremembe v abundanci posameznih taksonov).

Predavanje:

Ektomikorizne glive so koreninski simbionti, ki drevesa oskrbujejo z vodo in hranili v zameno za fotosintate. Podnebne spremembe na ektomikorizne glive lahko vplivajo neposredno preko sprememb v vlažnosti in temperaturi tal, pa tudi posredno, preko količine ogljika, ki jo gostitelj lahko pošlje simbiontu, in je v stresnih razmerah zmanjšana. Raziskave o vplivu podnebnih sprememb na ektomikorizne glive so zato še posebej aktualne v ekosistemih, ki so že v današnjem času podvrženi intenzivnim in pogostim stresnim razmeram in velikim spremembam. Kaj se dogaja z vitalnostjo ektomikorize, ko je izpostavljena stresnim razmeram, kakšni so vplivi na vrstno pestrost ektomikorize, kaj se dogaja s sestavo združb in abundanco posameznih taksonov? Pot do odgovorov na ta vprašanja nas vodi preko raziskav na Krasu (Mrak s sod. 2021, Mrak s sod., v pripravi), ki jih bomo predstavili na predavanju.

Literatura in viri:

Mrak, T., Šibanc, N., Brailey-Jones, P., Štraus, I., Gričar, J., Kraigher, H., 2021. de Groot, M., Ogris, N., 2019. Extramatrical mycelium and ectomycorrhizal community composition of *Quercus pubescens* in a Sub-Mediterranean stress-prone environment. *Frontiers in Forests and Global Change* 4, DOI=[10.3389/ffgc.2021.599946](https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.599946)

Ključne besede:

Ektomikoriza, abiotični stres, suša, gozdni požari, Kras

Zahvale:

Raziskave je financirala ARIS v okviru projektov J4-7203, J4-9297 in J4-2540 ter programske skupine P4-0107 (Gozdna biologija, ekologija in tehnologija).

Uporaba celuloznih nanofibril in bioaktivnih polifenolov za pripravo polimernih biokompozitov

Urša Osolnik,¹ Viljem Vek,¹ Primož Oven¹ in Ida Poljanšek¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: ursa.osolnik@bf.uni-lj.si

Poudarki:

- Vključitev celuloznih nanofibril (CNF) in taninske kisline (TA) v polivinil alkoholno (PVA) matrico omogoča pripravo biokompozitnih filmov z izboljšanimi fizikalnimi in mehanskimi lastnostmi ter biološko aktivnostjo.
- Biokompozitni filmi na osnovi PVA, CNF in TA lahko predstavljajo trajnostno alternativo okoljsko sporni plastiki, ki je proizvedena iz spojin, pridobljenih iz neobnovljivih naftnih virov.

Predavanje:

Potrebe po plastiki zaradi njene vsestranske uporabe (pakiranje, avtomobilski deli) na različnih področjih hitro naraščajo. Najbolj pogosto uporabljeni polimeri na področjih pakiranja so osnovani na polimerih, pridobljenih iz neobnovljivih naftnih virov kot so polivinil klorid (PVC), polietilen tereftalat (PTE), polipropilen (PP), polietilen (PE), polistiren (PS) in poliamid (PA) (Espinosa et al. 2019; Bascón-Villegas et al. 2021). Omenjeni polimeri so zanimivi za široko področje uporabe zaradi njihove nizke cene, dobrih mehanskih in bariernih lastnosti, kemijske inertnosti in njihove trajnosti. Razgradnja naftno osnovanih polimerov je zelo dolgotrajen proces, zato se ti polimeri kopičijo v naravi in tako negativno vplivajo na okolje in ljudi (Espinosa et al. 2019; Nagalakshmaiah 2019; Alonso-López et al. 2021). Fizikalni, kemijski in biološki dejavniki vodijo do drobljenja oziroma razpadanja omenjene plastike (sintetičnih polimerov) na manjše delce, imenovane mikroplastika. Mikroplastika se nanaša na v vodi netopne, mikroskopske trdne plastične delce, katerih velikost je običajno manjša od 5 mm. Mikroplastika predstavlja zaskrbjujoč problem zaradi vplivov na zdravje ljudi in na celoten ekosistem (Alonso-López et al. 2021; Byrne et al. 2021; Wang et al. 2022).

Namen številnih raziskovalnih skupin po svetu je nadomestiti uporabo okoljsko spornih sintetičnih polimerov z biorazgradljivimi, nizko cenovnimi in v naravi prisotnimi gradniki in tako pripraviti materiale, kjer okolju škodljive in ne biorazgradljive polimere zamenjajo ojačani biopolimeri. Biopolimeri imajo v primerjavi s sintetičnimi polimeri slabše mehanske, termične in barierne lastnosti, kar se kaže v njihovi krhkosti, slabši termični obstojnosti in visoki prepustnosti za pline ter vodno paro. Z dodajanjem nanomaterialov je mogoče ustvariti polimerne nanokompozite, ki izkazujejo boljše lastnosti v primerjavi z osnovno biopolimerno matrico (Rhim et al. 2013).

Kompozit je material, ki ga sestavljata dve ali več različnih komponent z različnimi kemijskimi in fizikalnimi lastnostmi. Navadno kompozit sestavlja neka toga, močna komponenta – ojačitvena komponenta, ki je vključena oz. vstavljena v »mehkejšo« matrico. Nastali kompozit ima tako lahko boljše mehanske lastnosti v primerjavi z osnovno matrico (Miao and Hamad 2013). Polimerni nanokompoziti so definirani kot polimeri, ki vsebujejo polnila, pri katerih je vsaj ena dimenzija manjša ali enaka 100 nm. Nanokompoziti zajemajo področja filmov, hidrogelov, aerogelov in druga področja. Filmovi so definirani kot samostoječe tanke plasti materialov, ki se lahko uporabljajo kot pokrovi, ovoji, vmesne plasti, ki med seboj ločujejo posamezne dele in tudi kot neposreden užiten premaz za živila (Hager et al. 2012). Biokompoziti so kompozitni materiali, ki jih lahko sestavlja naftno osnovana polimerna matrica (PP, PE), ojačana z naravnimi vlakni ali biorazgradljiva polimerna

matrica (PLA, PHA, PVA), prav tako ojačana z naravnimi vlakni. Slednji biokompoziti, osnovani na biopolimerni matrici, z dodatkom rastlinskih vlaken so okolju bolj prijazni in jih pogosto označujemo s terminom zeleni kompoziti (John and Thomas 2008).

Polivinil alkohol PVA je eden izmed najbolj zanimivih vodotopnih polimerov za pripravo embalažnih filmov. PVA je sintetičen, biorazgradljiv in biokompatibilen polimer, odporen proti organskim topilom, termično stabilen, slabo prepusten za pline, netoksičen in ima odlične sposobnosti formiranja filmov (Tretinnikov and Zagorskaya 2012; Espinosa et al. 2019; Kassab et al. 2019; Liu et al. 2022). Uporabnost PVA filmov je zaradi hidrofilnosti polimera lahko omejena v okoljih z višjo vlažnostjo. Molekule vode lahko penetrirajo v strukturo PVA, delujejo kot mehčalo in povzročajo nabrekanje pripravljenih PVA filmov, zaradi česar se mehanske in barierne lastnosti filmov poslabšajo (Lee et al. 2009; Chou et al. 2021; Liu et al. 2022). Zmanjšanje hidrofilnosti PVA lahko dosežemo z vključitvijo nanopolnil v PVA matrico, z mešanjem PVA z drugimi polimeri, s kemijskim premreženjem PVA verig oz. s kombinacijo omenjenih metod (Liu et al. 2022).

Lastnosti biopolimerov se lahko znatno izboljšajo z vključitvijo nanopolnil. Uporaba zelenih, naravnih celuloznih vlaken ima v primerjavi z uporabo sintetičnih naftno osnovanih vlaken veliko prednosti kot so obnovljivost, biorazgradljivost, nizka cena, velika specifična površina, visoka trdnost in fleksibilnost. Nanofibrile in mikrofibrile, pridobljene iz celuloznih vlaken imajo veliko boljše mehanske lastnosti kot sama celulozna vlakna. Vključitev celuloznih nanofibril (CNF) v biopolimerne matrice tako odpira veliko možnosti za zamenjavo tradicionalnih kompozitov osnovanih na naftnih derivatih (Kalia et al. 2011; Wu et al. 2019). Poleg izjemnih mehanskih lastnosti CNF odlikuje tudi nizek termičen raztezek, visoko presečno razmerje (dolžina proti širini fibril), dostopnost in dobre optične lastnosti (Srithep et al. 2012; Dufresne 2013).

Z dodatkom biološko aktivnih spojin, kot so npr. nekateri polifenolni lesni ekstraktivi, lahko pripravimo biokompozite z antibakterijsko in antioksidativno aktivnostjo. Med biološko aktivne ekstraktive spadajo tudi nizko- in visokomolekularne polifenolne spojine, ki jih odlikujejo antioksidativno, antivirusno in antibakterijsko delovanje (Papuc et al. 2017; Guo et al. 2019; Poljanšek et al. 2019; Vek et al. 2021; Vek et al. 2023). Biološko aktivni biokompoziti so izredno zanimivi na področjih pakiranja, saj lahko nadomestijo uporabo okoljsko sporne konvencionalne embalaže (PP, PET, PE) in zavzamejo mesto na področju aktivnega pakiranja produktov. Aktivna embalaža ali aktivni materiali za pakiranje, embaliranje »Active packaging« je v Evropski uredbi (ES) št. 450/2009 definirano kot embalažni sistem, ki je vključen v interakcijo z embaliranim produktom (živilom) preko komponent, ki so vgrajene v embalažni sistem. Te komponente lahko sproščajo substance v embaliran produkt oziroma v območje embaliranega produkta ali pa absorbirajo substance od embaliranega produkta oziroma območja okoli produkta z namenom povečanja življenjske dobe produkta (Yildirim and Röcker 2018). Embalažne folije imajo tako lahko poleg inertnosti, ustreznih bariernih in termičnih lastnosti tudi biološko aktivnost, saj z vključitvijo primernih antioksidativnih in anitmikrobnih spojin lahko podaljšajo rok trajanja pakiranemu produktu (Missio et al. 2018; Missio et al. 2019).

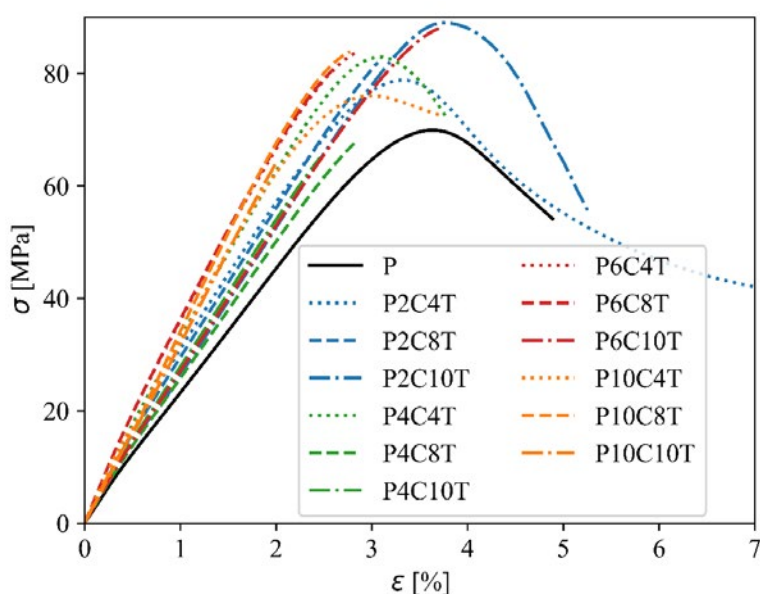
Les tako vsebuje osnovne kemijske komponente – celulozo in ekstraktive – za pripravo biološko aktivnih kompozitnih materialov.

Na tem področju se odvijajo tudi naše raziskave. V polimerno matrico PVA vključimo naravno nanopolnilo CNF in s tehniko vlivanja in odhlapevanja topila pripravimo PVA nanokompozitne filme. Prav tako lahko na enak način v PVA matrico vključimo tudi naravne in biološko aktivne spojine, kjer posebno mesto zavzemajo polifenolni ekstraktivi lesa. Kot smo omenili PVA predstavlja zanimivo biopolimerno matrico za pripravo embalažnih filmov, saj je PVA vodotopen, netoksičen, kemijsko stabilen in inerten polimer z dobrimi mehanskimi in bariernimi lastnostmi za kisik. Do poslabšanja lastnosti PVA filmov lahko pride v bolj vlažnih okoljih, kjer molekule vode penetrirajo v PVA strukturo in delujejo kot mehčalo, zato se takrat mehanske lastnosti PVA filmov poslabšajo. V ta namen integriramo v PVA matrico CNF in TA, s katerimi mehanske lastnosti PVA še izboljšamo, hkrati pa zaradi nastalih interakcij med CNF, TA in PVA zmanjšamo hidrofilnost nastalih kompozitov (Osolnik et al. 2024).

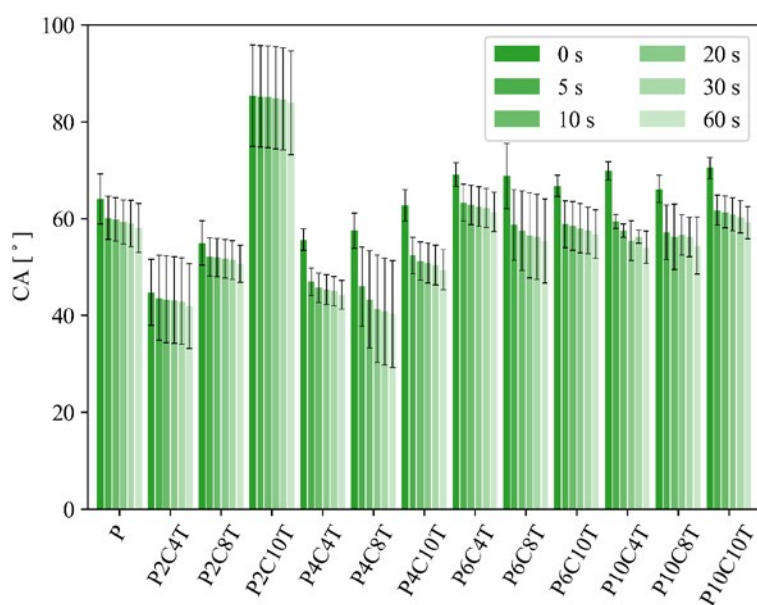
V študiji (Osolnik et al. 2024) smo proučevali vpliv različnega deleža dodanih CNF in TA v PVA matrico na mehanske lastnosti in zmanjšanje hidrofilnosti končnih formuliranih PVA/CNF/TA biokompozitnih filmov. Izkazalo se je, da je dodatek CNF v utežnem deležu 10 % najbolj vplival na izboljšanje nateznih lastnosti

kompozitov, pri čemer do znatnega izboljšanja hidrofilnosti na račun dodajanja CNF ni prišlo. Dodatek naravne in biološko aktivne spojine – taninske kisline (TA) je še pripomogel k izboljšanju mehanskih lastnosti končnih tri-komponentnih PVA/CNF/TA bionanokompozitnih filmov, kjer se je najboljše izkazala formulacija PVA filma z 2 % CNF in 10 % TA (Slika 1).

Z dodatkom TA smo dosegli tudi zmanjšanje hidrofilnosti površine PVA/CNF nanokompozitov in hkrati pripravili PVA/CNF/TA biokompozitne filme, v katerih je TA opravljala tudi vlogo naravnega antioksidanta. Prav tako kot v primeru mehanskih lastnosti, se je tudi pri ugotavljanju zmanjšanja hidrofilnosti površine na račun dodatka CNF in TA v PVA matrico formulacija PVA filma z 2 % CNF in 10 % TA izkazala za najbolj optimalno, saj je bil stični kot vodne kapljice na površini omenjenega bionanokompozita najvišji glede na druge biokompozite in referenčni, osnovni PVA film (Slika 2). Izboljšanje mehanskih lastnosti in odpornosti proti vodi končnih, pripravljenih PVA biokompozitnih filmov glede na osnovno polimerno matrico PVA pripisujemo interakcijam, ki se tvorijo tekom priprave PVA/CNF/TA biokompozitov. Le te smo potrdili tudi s FT-IR spektroskopijo.



Slika 1: Napetostno – deformacijske krivulje za osnovni PVA film (P) in tri-komponentne PVA biokompozitne filme (Osolnik et al. 2024).



Slika 2: Stični kot vodne kapljice skozi čas (0 – 60 s) na površini osnovnega PVA filma (P) in trikomponentnih PVA biokompozitnih filmov (Osolnik et al. 2024).

Literatura in viri:

- Alonso-López, O., López-Ibáñez, S., Beiras, R. (2021) Assessment of Toxicity and Biodegradability of Poly(vinyl alcohol)-Based Materials in Marine Water. *Polymers (Basel)* 13.
- Bascón-Villegas, I., Sánchez-Gutiérrez, M., Pérez-Rodríguez, F., Espinosa, E., Rodríguez, A. (2021) Lignocellulose Nanofibre Obtained from Agricultural Wastes of Tomato, Pepper and Eggplants Improves the Performance of Films of Polyvinyl Alcohol (PVA) for Food Packaging. *Foods* 10.
- Byrne, D., Boeije, G., Croft, I., Hüttmann, G., Luijckx, G., Meier, F., Parulekar, Y., Stijntjes, G. (2021) Biodegradability of Polyvinyl Alcohol Based Film Used for Liquid Detergent Capsules. *Biologische Abbaubarkeit der für Flüssigwaschmittelkapseln verwendeten Folie auf Polyvinylalkoholbasis*. 58: 88-96.
- Chou, C.-T., Shi, S.-C., Chen, C.-K. (2021) Sandwich-Structured, Hydrophobic, Nanocellulose-Reinforced Polyvinyl Alcohol as an Alternative Straw Material. *Polymers* 13: 4447.
- Dufresne, A. (2013) Nanocellulose: a new ageless bionanomaterial. *Materials Today* 16: 220-227.
- Espinosa, E., Bascon-Villegas, I., Rosal, A., Perez-Rodriguez, F., Chinga-Carrasco, G., Rodriguez, A. (2019) PVA/(ligno)nanocellulose biocomposite films. Effect of residual lignin content on structural, mechanical, barrier and antioxidant properties. *Int J Biol Macromol* 141: 197-206.
- Guo, J., Suma, T., Richardson, J.J., Ejima, H. (2019) Modular Assembly of Biomaterials Using Polyphenols as Building Blocks. *ACS Biomaterials Science & Engineering* 5: 5578-5596.
- Hager, A.S., Vallons, K.J., Arendt, E.K. (2012) Influence of gallic acid and tannic acid on the mechanical and barrier properties of wheat gluten films. *J Agric Food Chem* 60: 6157-6163.
- John, M.J., Thomas, S. (2008) Biofibres and biocomposites. *Carbohydrate Polymers* 71: 343-364.
- Kalia, S., Dufresne, A., Cherian, B., Kaith, B.S., Avérous, L., Njuguna, J., Nassiopoulou, E. (2011) Cellulose-Based Bio- and Nanocomposites: A Review. *International Journal of Polymer Science* 2011.
- Kassab, Z., Boujemaoui, A., Ben Youcef, H., Hajlane, A., Hannache, H., El Achaby, M. (2019) Production of cellulose nanofibrils from alfa fibers and its nanoreinforcement potential in polymer nanocomposites. *Cellulose* 26: 9567-9581.
- Lee, S.-Y., Mohan, D.J., Kang, I.-A., Doh, G.-H., Lee, S., Han, S.O. (2009) Nanocellulose reinforced PVA composite films: Effects of acid treatment and filler loading. *Fibers and Polymers* 10: 77-82.
- Liu, B., Zhang, J., Guo, H. (2022) Research Progress of Polyvinyl Alcohol Water-Resistant Film Materials. *Membranes* 12: 347.
- Miao, C., Hamad, W.Y. (2013) Cellulose reinforced polymer composites and nanocomposites: a critical review. *Cellulose* 20: 2221-2262.
- Missio, A.L., Gatto, D.A., Tondi, G. (2019) Exploring tannin extracts: Introduction to new bio-based materials. *Revista Ciência da Madeira - RCM* 10: 88-102.
- Missio, A.L., Mattos, B.D., Ferreira, D.d.F., Magalhães, W.L.E., Bertuol, D.A., Gatto, D.A., Petutschnigg, A., Tondi, G. (2018) Nanocellulose-tannin films: From trees to sustainable active packaging. *Journal of Cleaner Production* 184: 143-151.
- Nagalakshmaiah, M. (2019). *Biocomposites: Present trends and challenges for the future*, pp. 197-215.
- Osolnik, U., Vek, V., Korošec, R.C., Oven, P., Poljanšek, I. (2024) Integration of wood-based components – Cellulose nanofibrils and tannic acid - into a poly(vinyl alcohol) matrix to improve functional properties. *International Journal of Biological Macromolecules* 256: 128495.
- Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., Nicorescu, V., Stefan, G. (2017) Plant Polyphenols as Antioxidant and Antibacterial Agents for Shelf-Life Extension of Meat and Meat Products: Classification, Structures, Sources, and Action Mechanisms 16: 1243-1268.
- Poljanšek, I., Oven, P., Vek, V., Raitanen, J.-E., Hemming, J., Willför, S. (2019) Isolation of pure pinosylvins from industrial knotwood residue with non-chlorinated solvents. *Holzforschung* 73: 475-484.
- Rhim, J.-W., Park, H.-M., Ha, C.-S. (2013) Bio-nanocomposites for food packaging applications. *Progress in Polymer Science* 38: 1629-1652.
- Srithep, Y., Turng, L.-S., Sabo, R., Clemons, C. (2012) Nanofibrillated cellulose (NFC) reinforced polyvinyl alcohol (PVOH) nanocomposites: properties, solubility of carbon dioxide, and foaming. *Cellulose* 19: 1209-1223.
- Tretinnikov, O.N., Zagorskaya, S.A. (2012) Determination of the degree of crystallinity of poly(vinyl alcohol) by FTIR spectroscopy. *Journal of Applied Spectroscopy* 79: 521-526.
- Vek, V., Šmidovnik, T., Humar, M., Poljanšek, I., Oven, P. (2023) Comparison of the Content of Extractives in the Bark of the Trunk and the Bark of the Branches of Silver Fir (*Abies alba* Mill.). *Molecules* 28: 225.
- Vek, V., Keržič, E., Poljanšek, I., Eklund, P., Humar, M., Oven, P. (2021) Wood Extractives of Silver Fir and Their Antioxidant and Antifungal Properties. *Molecules* 26: 6412.
- Wang, Y., Cui, W., Duan, Z., Qin, L., Zhang, H., Cheng, H., Wang, L. (2022) Investigation of microplastic pollution on paddy fields in Xiangtan City, Southern China. *Environ Sci Pollut Res Int* 29: 81300-81307.
- Wu, Y., Tang, Q., Yang, F., Xu, L., Xuehua, W., Zhang, J. (2019) Mechanical and thermal properties of rice straw cellulose nanofibrils-enhanced polyvinyl alcohol films using freezing-and-thawing cycle method. *Cellulose* 26.
- Yildirim, S., Röcker, B. (2018). Chapter 7 - Active Packaging. In *Nanomaterials for Food Packaging*, M.Â.P.R. Cerqueira, J.M. Lagaron, L.M. Pastrana Castro, and A.A.M. de Oliveira Soares Vicente, eds (Elsevier), pp. 173-202.

Ključne besede:

Celulozne nanofibrile, polivinil alkohol, biokompoziti, naravna polnila, biološka aktivnost

Zahvale:

Avtorji se zahvaljujemo za finančno podporo Javni agenciji za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS (ARIS) v okviru raziskovalnega programa P4-0015, aplikativnega L4-2623 in raziskovalnega projekta V4-2017 ter Univerzi v Ljubljani, Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in inovacije in EU v sklopu pilotnega projekta Uvajanje načel krožnega biogospodarstva v upravljanje obnovljivih naravnih virov, ki se izvaja v okviru NOO projekta »UL za trajnostno družbo – ULTRA«.

Are professional stakeholders in the field of sustainable construction concerned about climate change?

Lea Primožič,¹ Andreja Kutnar¹ in Ana Slavec¹

¹ InnoRenew CoE, University of Primorska

E-naslov: lea.primozic@innorenew.eu

Poudarki:

- Professional stakeholders in the field of sustainable construction (architects, constructors, engineers) who participated in the survey, are mostly concerned about the climate change, its effects and their attitudes towards climate change are affecting their decision related to sustainable construction.
- Despite the fact that the construction sector and its stakeholders should be concerned about the climate change, we did not find any past studies that would confirm their concern.

Predavanje:

The construction industry significantly contributes to global harmful emissions (Tracking Progress | Globalabc, n.d.). Sustainable construction is an effective strategy to achieve a more sustainable society, although it is still not used enough. Key sustainable practices, such as using wood and renewables over less environmentally friendly materials, are vital. It is crucial to understand professional stakeholders' climate change concerns and its impact on decisions. Architects, engineers, and constructors are the ones advising consumers and deciding about construction (Tokbolat et al., 2020).

In Slovenia, an online survey with 346 professional stakeholders revealed that about half are very or extremely concerned about climate change, their attitudes towards climate change are affecting their decision related to sustainable construction. Experienced stakeholders prioritize sustainable practices, viewing climate change as urgent and an opportunity for their companies and Slovenia's construction sector.

Future research should focus on stakeholders' understanding of sustainable construction, and education about renewable materials that can be used to achieve greater sustainability. The New European Bauhaus Academy Alliance (NEBA Alliance), focusing on developing tailored and high-quality training programmes on sustainable construction solutions, is addressing this critical industry need.

Literatura in viri:

Tokbolat, S., Karaca, F., Durdyev, S., & Calay, R. K. (2020). Construction professionals' perspectives on drivers and barriers of sustainable construction. *Environment, Development and Sustainability*, 22(5), 4361–4378. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00388-3>

Tracking progress | Globalabc. (n.d.). Retrieved 25 January 2024, from <https://globalabc.org/our-work/tracking-progress-global-status-report>

Ključne besede:

Sustainable construction, climate change, professional stakeholders, concern

Zahvale:

The authors acknowledge Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS) for funding the project J4-50132. They also acknowledge ARIS and Austrian Science Fund (FWF) for funding the project J4-3087/I 5503-N; and European Commission for financing project NEBA Alliance (GA # 101160532 – NEBA Alliance – HORIZON-JU-CBE-2023-2) and project Life Be-WoodEN (GA #101148077).

PREDSTAVITVE PLAKATOV IN IZBRANIH PROJEKTOV

Prilagodljivost navadne bukve (*Fagus sylvatica*) na spreminjajoče se okolje

Marija Kravanja¹ in Marjana Westergren¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: marija.kravanja@gozdis.si

Poudarki:

- S kombinacijo genotipskih, fenotipskih in klimatskih podatkov bomo skušali napovedati preživetje populacij navadne bukve v spremenjenih podnebnih razmerah.
- Predlagali bomo najbolj primerne populacije za pridobivanje gozdnega reprodukcijskega materiala ter varovanje gozdnih genskih virov znotraj območja razširjenosti vrste.

Izveček vsebine plakata:

Drevesne vrste so se tekom svoje evolucijske zgodovine prilagodile različnim lokalnim razmeram znotraj velikih območij razširjenosti. V okviru doktorskega dela, v katerem raziskujemo prilagodljivost navadne bukve (*Fagus sylvatica*) na spremenjene razmere v okolju, bomo skušali odgovoriti na vprašanje, ali ima lahko vrsta korist v smislu preživetja in rasti zaradi teh lokalnih prilagoditev. Podatki se pripravljajo v okviru dveh projektov Obzorja 2020 in Obzorja Evrope, FORGENIUS (2021–2025) in OptFORESTS (2022–2027). V prvi fazi bomo z izračuni različnih populacijskih indeksov skušali identificirati fenotipske lastnosti, pomembne za prilagajanje, pri čemer bomo uporabili geno- in fenotipske podatke dreves iz mednarodnega bukovega provenienčnega poskusa ter genotipe dreves iz gozdnih genskih rezervatov. Lastnosti, prepoznane kot pomembne v smislu prilagajanja, bodo v nadaljevanju služile validaciji napovedi genomskega zamika, ki bodo modelirane z različnimi metodami, izmed katerih želimo identificirati najbolj primerno za preučevano vrsto. Poleg klimatskih, fenotipskih in genotipskih podatkov bomo skušali v napovedi genomskega zamika vključiti tudi parametre prilagoditvene sposobnosti, kar bi omogočilo boljše napovedi ranljivosti populacij. V končni fazi bomo predlagali najbolj perspektivne populacije za pridobivanje gozdnega reprodukcijskega materiala in varovanje gozdnih genskih virov znotraj areala vrste na podlagi genomskega zamika, prispevka alelov h genetski pestrosti ter drugih indeksov genetske pestrosti.

Literatura in viri:

Fitzpatrick M. C., Keller S. R. (2014) Ecological genomics meets community-level modelling of biodiversity: mapping the genomic landscape of current and future environmental adaptation. *Ecology Letters*, 18: 1461–023X. DOI: [10.1111/ele.12376](https://doi.org/10.1111/ele.12376)

Gallais A., Lefevre F. (2021) ANOVA for estimating Nei's diversity and related parameters in a fixed set of populations with an application in genetic resources conservation. *Euphytica* 217, 10. DOI: [10.1007/s10681-021-02904-x](https://doi.org/10.1007/s10681-021-02904-x)

Gougherty A.V. et al. (2021) Maladaptation, migration and extirpation fuel climate change risk in a forest tree species. *Nature Climate Change* 11, 2: 166–171. DOI: [10.1038/s41558-020-00968-6](https://doi.org/10.1038/s41558-020-00968-6)

Josephs E. B. et al. (2019) Detecting Adaptive Differentiation in Structured Populations with Genomic Data and Common Gardens, *Genetics*, 211, 3: 989–1004, <https://doi.org/10.1534/genetics.118.301786>

Rellstab C. (2021) Genomics helps to predict maladaptation to climate change. *Nature Climate Change* 11: 85–86. DOI: 10.1038/s41558-020-00964-w

Sang Y., et al. (2022) Genomic insights into local adaptation and future climate-induced vulnerability of a keystone forest tree in East Asia. *Nature Communications* 13: 6541. DOI: [10.1038/s41467-022-34206-8](https://doi.org/10.1038/s41467-022-34206-8)

Ključne besede:

klimatske spremembe, navadna bukev, genomski zamik, prilagoditveni potencial, genetska pestrost

Zahvale:

Delo poteka v okviru projektov in programov FORGENIUS (862221), OptFORESTS (101081774), MR (58170) P4-0107 in JGS naloga 3

Vpliv načina gospodarjenja z gozdom na ektomikorizne glive v sestojih bukve

Tanja Mrak,¹ Tijana Martinović,¹ Nataša Šibanc,¹ Tina Unuk Nahberger,¹ Rok Damjanić,^{1, 4} Donatella Paffetti,² Cristina Vettori,^{2, 3} Davide Travaglini,² Cesare Garosi,² Andrea Alfano,² Fabio Ciabatti,⁵ Miran Lanšćak,⁶ Mladen Ivanković,⁶ Zvonimir Vujnović⁶ in Hojka Kraigher¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

2 University of Florence, Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italija

3 National Research Council, Institute of Bioscience and Bioresources, Division of Florence, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino, Italija

4 Slovenia Forest Service, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

5 Unione dei Comuni Montani del Casentino, Servizio 5 Gestione Deleghe Regionali, Sede distaccata Località Pianacci 25/C, 52011 Bibbiena (AR), Italija

6 Croatian Forest Research Institute, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvaška

E-naslov: tanja.mrak@gozdis.si

Poudarki:

- Način gospodarjenja z gozdom značilno vpliva na vrstno bogastvo ektomikoriznih gliv.
- Največji potencial za nastanek ektomikorize imajo tla v gozdnih rezervatih.

Izvleček vsebine plakata:

Biotska pestrost na vseh ravneh (tj. genetska, vrstna in na nivoju ekosistema) je ključna za delovanje gozdnih ekosistemov in njihove ekosistemske storitve. Način gospodarjenja z gozdom lahko potencialno vpliva na mikrobne združbe v tleh, vključno z ektomikoriznimi glivami. Vpliv načina gospodarjenja z gozdom (gozdni rezervat, nizka in srednja intenziteta gospodarjenja, po Duncker s sod. 2012) na vrstno bogastvo in združbo ektomikoriznih gliv smo raziskovali na devetih ploskvah v sestojih bukve (*Fagus sylvatica* L.) v Italiji, na Hrvaškem in v Sloveniji. Združbo ektomikoriznih gliv smo ovrednotili s pomočjo morfološko-anatomskega pristopa v kombinaciji s Sanger sekvenciranjem (identifikacija trenutno razvite ektomikorize) ter s pomočjo sekvenciranja naslednje generacije (Illumina MiSeq) (identifikacija potenciala za nastanek ektomikorize). Način gospodarjenja z gozdom je pri obeh pristopih značilno vplival na vrstno bogastvo ektomikorize. Največji potencial za nastanek ektomikorize v smislu bogastva OTU je bil ugotovljen za gozdne rezervate, medtem ko je na vrstno bogastvo trenutno razvite ektomikorize poleg načina gospodarjenja z gozdom vplivala tudi količina padavin. Na sestavo celotne združbe ektomikoriznih gliv je imela pomemben vpliv tudi geološka podlaga, in sicer preko pH tal.

Literatura in viri:

Duncker, P. S., Barreiro, S. M., Hengeveld, G. M., Lind, T., Mason, W. L., Ambrozy, S., Spiecker, H., 2012. Classification of forest management approaches: a new conceptual framework and its applicability to European forestry. *Ecology and Society* 17(4): 51, <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05262-170451>

Ključne besede:

Fagus sylvatica, ektomikoriza, gozdni rezervat, vrstno bogastvo

Zahvale:

Raziskava je nastala v okviru projekta LifeSySTEMiC (LIFE18ENV/IT/000124).

Protivetrne zasaditve in mejice – neizkoriščen element kulturne krajine

Nejc Suban¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

E-naslov: nejc.suban@gozdis.si

Poudarki:

- Pasovi protivetrne zaščite in mejice sta elementa kulturne krajine, ki nudita številne ekosistemske storitve in izboljšujeta biotsko raznovrstnost.
- Kljub mnogim neposrednim in posrednim koristim, ki jih prinašajo kulturni krajini, se njihov pomen le redko izraža v ekonomski koristi za nosilce kmetijske dejavnosti.
- Z vključevanjem plodonosnih in medonosnih grmovnic in dreves ter plemenitih listavcev v zasaditve lahko ustvarimo dodatne vire dohodka od kmetijskih zemljišč.
- Kmetijsko-gozdarski sistemi so v slovenski zakonodaji pomankljivo definirani.

Izvleček vsebine plakata:

V zadnjem času se mejice znova pripoznavajo kot pomemben element kulturne krajine, ki združuje široko paleto različnih funkcij. Mejica (pod katere spadajo tudi protivetrne zasaditve) je definirana kot vsaj deset metrov dolga in pri krošnji največ 20 metrov široka strnjena in samostojna linija lesne vegetacije vrst drevja oziroma grmičevja, pri čemer je znotraj vsakih deset metrov mejice dopustna ena vrzel, ki ne sme biti večja od treh metrov. Mejice predstavljajo habitat in vir hrane za ptice, čebele in druge prosto živeče živali, so preletni in migracijski koridorji, ki povezujejo različne habitate, so pribežališče za živali, zmanjšujejo spiranje hranil in ostankov fitofarmaceutskih sredstev v podzemne vode, zmanjšujejo negativne vplive podnebnih sprememb (skladičenje ogljika, obnovljiv vir energije – drva, zmanjšujejo ogljični odtis. V kulturni krajini služijo razmejevanju površin in ohranjajo mozaičnost krajine; rodovitno zemljo ščitijo pred vodno in vetrno erozijo, zmanjšujejo vpliv vremenskih nepravilnosti, blažijo negativne vplive suše, regulirajo preskrbo posevkov z vodo, služijo kot lesna biomasa, so zatočišče za kmetijstvo koristnih ptic in žuželk (opraševanje, biološko varstvo škodljivcev – ptice in plenilske žuželke), nudijo zaščito pašnim živalim pred vročino in dežjem, odvrčajo večjo divjad (jelenjad, divje prašiče) od kmetijskih površin ter nudijo zatočišče za malo divjad. Za ohranjanje mejic je bilo do leta 2020 mogoče prejemati kmetijsko-okoljska-podnebna plačila; bile so tema pravkar zaključenega EIP (*European Innovation Partnership*) projekta (*EIP 16.5: Mejice kot podpora biotski raznolikosti, ohranjanju tradicionalnega in izginjajočega kulturnega vzorca slovenskega podeželja ter zagotavljanju ekosistemskih storitev*), v bližnji prihodnosti pa je v Vipavski dolini načrtovana vzpostavitev več desetih kilometrov vetrnih zaščit. Omenjena projekta predstavljata skoraj diametralno različna pristopa, k načrtovanju zasaditev – namen prvega je bilo vključevanje kmetovalcev v proces načrtovanja, katerega cilj je bil vzpostaviti zasaditve s čimveč funkcijami in uporabno vrednostjo. Načrtovanje vetrnih zaščit, po drugi strani, pa je potekalo mimo deležnikov in s ciljem zagotavljanja čimvečje učinkovitosti za zmanjševanje negativnih vplivov vetra na kmetijskih površinah. Oba pristopa se ponašata z določenimi prednostmi in slabostmi, ki bi jih bilo treba pri tovrstnih dolgoročnih naložbah upoštevati. Poleg tega je pri načrtovanju zasaditev potrebno upoštevati zakonodajo, ki dopušča le omejeno število gozdnih drevesnih vrst na enoto kmetijske površine. Iz obeh pristopov k načrtovanju bomo izluščili njune dobre strani ter na primeru protiveternih zaščit izpeljali alternativen predlog načrta.

Literatura in viri:

- Črv R. 2012. Meljoracija in pomen vetrnozaščitnih pasov v Vipavski dolini. Erozija v kmetijstvu. Ajdovščina, 22.5.2012.
- Gold M., Hemmelgarn H., Ormsby-Mori G., Todd C. 2018. Training Manual for Applied Agroforestry Practices. University of Missouri, Center for Agroforestry Colombia.
- Grebenc T., Mejice kot podpora biotski raznolikosti, ohranjanju tradicionalnega in izginjajočega kulturnega vzorca slovenskega podeželja ter zagotavljanju ekosistemskih storitev. Končno poročilo. (še neobjavljeno)
- Klančnik K., Cvejić R., Kompare K., Trdan Š., Honzak L., Glavan M., Pintar M., Tratnik M., Papež J., Marc I., Vodopivec P., Habjan Štolfa B. Regionalna analiza za podporo prilagajanju kmetijstva na podnebne spremembe v Vipavski dolini. 2017.
- Premrl, T.; Turk M.: »Drevesno-poljedelski podsistemi na primeru protivetrnih pasov v Vipavski dolini«. Gozdarski vestnik, št. 5-6, junij 2013.
- Program razvoja podeželja. 2017. Navodila za izvajanje operacije ohranjanje mejic v okviru Kmetijsko-okoljskih-podnebnih plačil. Ljubljana. <https://www.program-podezelja.si>
- Turk M. 2017. Poskusna zasaditev protivetrnih pasov v zgornji Vipavski dolini. <http://www.life-vivaccadapt.si>
- Tratnik M., Papež J., Vodopivec P., Marc I. 2017. Analiza stanja zelenih protivetrnih pasov v Vipavski dolini. <http://www.life-vivaccadapt.si>

Ključne besede:

Mejice, protivetrne zasaditve, kmetijsko-gozdarski sistem, ekosistemske storitve, Vipavska dolina

Zahvale:

Delo je omogočil sklad Ad Futura: 209006 – Gostovanje slovenskega strokovnjaka iz tujine ter programska skupina oddelka za Gozdno fiziologijo in genetiko Gozdarskega inštituta Slovenije.

H delu so pripomogli sodelujoči na projektu *EIP 16.5 Mejice* : dr. Tine Grebenc, Ajša Alagić in Polona Vukovič (Gozdarski inštitut Slovenije)

Značilnosti lesa oljke (*Olea europaea* L.)

Peter Prislan,¹ Gregor Skoberne¹ in Jožica Gričar¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana, Slovenija

E-naslov: peter.prislan@gozdis.si

Poudarki:

- Les oljke je zelo dekorativen in dragocen.
- Oljka je difuzno porozna lesna vrsta. Beljava in obarvana jedrovina (črnjava) se pri oljki barvno ločita, Jedrovina je izrazito obarvana in progasta.

Izvleček vsebine plakata:

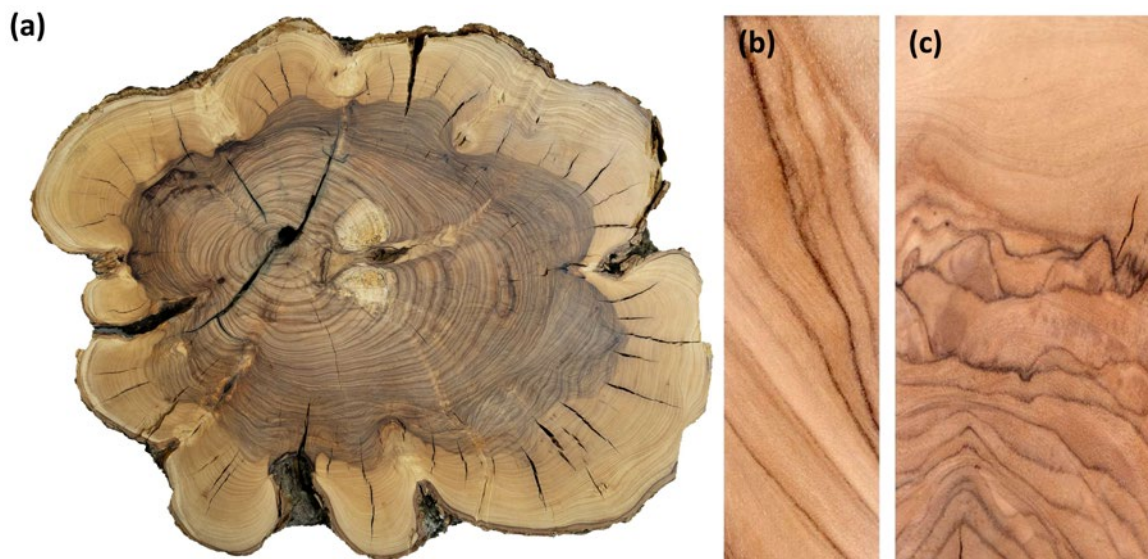
Oljka (*Olea europaea* L.) je pomembna zimzelena kulturna rastlina, ki je razširjena po vsem Sredozemlju in je bila zaradi svoje visoke gospodarske vrednosti prenesena tudi v druga območja, kjer so podnebne razmere podobne sredozemskim. Po površini nasadov je oljka druga najbolj zastopana sadna vrsta v Sloveniji. *O. europaea* je edina vrsta iz družine Oleaceae z užitnimi plodovi in je razdeljena na šest podvrst, ki se razlikujejo v morfologiji in geografski razširjenosti. Oljke predstavljajo zelo kompleksno mešanico genetsko povezanih divjih oblik in kulturnih sort s podobnimi podnebnimi in rastiščnimi zahtevami, posledično je sistematična klasifikacija roda kompleksna in neuskaljena.

Les oljke je dekorativen, trd, trden in dimenzijsko stabilen. Gostota absolutno suhega lesa je med 760 in 800 kg/m³. Beljava in obarvana jedrovina (črnjava) se pri oljki barvno ločita. Beljava je svetlo rjava in kasneje potemni. Črnjava je rjavkasta z rdečkastim tonom in jo pogosto prepredajo nepravilne, temnejše do temnorjave proge. Oljka je difuzno-porozna lesna vrsta. Približno enako velike traheje so enakomerno razporejene po braniki. Značilni so radialni nizi z 2 do 5 (tudi do 15) trahejami. Letnice so neizrazite. Jedrovina je izrazito obarvana in progasta. Posebno lepo teksturo ima les korenin.

Premer trahej v prečnem prerezu je od 40 do 90 µm (pri nekaterih vrstah tudi 20 – 150 µm), zato niso vidne s prostim očesom. Celične stene trahej so debele od 3 do 6 µm (v povprečju 4,5 µm). Posameznih trahejni členi so dolgi med 370 do 650 µm (pri nekaterih vrstah tudi 200 do 800 µm). Trahejni členi sestavljajo traheje in imajo enostavne perforacije v končnih stenah (tj. ena odprtina v perforirani ploščici). Včasih se pojavijo zelo fine zbite helikalne odebelitve, zlasti v celičnih stenah manjših, trahej kasnega lesa ali konicah večjih trahej ranega lesa. Lumni trahej v črnjavi so pogosto zapolnjeni z zrnatimi ali gumoznimi depoziti ali strukturami podobnimi tankostenim tilam.

Trakovi so široki 1 do 3 celice (občasno tudi do 6 celic) in visoki do 12 celic. Trakovno tkivo je heterogeno. Osnovno tkivo je iz sestavljeno iz debelostenih libriformskih vlaken, ki opravljajo izključno mehansko funkcijo. Aksialni parenhim je pretežno paratrahealen (tj. v stiku s trahejami), natančneje vazicentričen ali krilast (konfluenten). Lahko je tudi apotrahealen (ni v stiku s trahejami), in sicer difuzen ter ob letnici marginalen (terminalen ali inicialen).

Po barvi je lesu oljke podoben olivni jesen. Gre za diskoloriran les pri velikem jesenu (*Fraxinus excelsior* L.), ki ima valovite temne in svetle proge in zato spominja na les oljke. Po lastnostih je oljkovina precej podobna pušpanovini (*Buxus sempervirens* L.), vendar ima pušpan svetel, rumenkasto bel les, brez barvne razlike med beljavo in jedrovino.



Slika 1. Tekstura lesa oljke: (a) prečni, radialni (b) in tangencialni (c) prerez.

Literatura in viri:

Baas P., Esser P.M., Van der Westen M.E., Zandee M. Wood anatomy of the Oleaceae. IAWA J. 1988; 9 (2):103-82.

Wagenführ R. 1996. Holzatlas. 4. neuarbeitete Auflage. Fachbuchverlag Leipzig. Carl Hanser Verlag, München Wien: 688 str.

Ključne besede:

Difuzno-porozna lesna vrsta, beljava, jedrovina, makroskopska in mikroskopska zgradba lesa

Zahvale:

Preparati so bili pripravljene v Laboratoriju za lesno anatomijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Za podporo v laboratoriju se zahvaljujemo Poloni Hafner, Luki Krajncu in Robertu Krajncu. Pripravo prispevka so omogočili: ARIS – raziskovalni program P4-0430 in projekti V4-2222, J4-4541 in J4-50130 ter projekt REWINNUSE (Norveški finančni mehanizem in Finančni mehanizem EGP).

Optimizing low-quality wood value through charcoal production using mobile charcoal kiln

Alessio Mencarelli,¹ Matevž Triplat,² Rosa Greco¹ and Stefano Grigolato¹

1 Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padova, Viale dell'Università 16, Legnaro, PD 35020, Italy

2 Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia

E-naslov: alessio.mencarelli@unipd.it, matevz.triplat@gozdis.si, rosa.greco@unipd.it, stefano.grigolato@unipd.it

Poudarki:

- The study demonstrates that low-quality beech wood can be efficiently converted into high-quality charcoal.
- Mobile charcoal kilns enhance resource value, promote sustainable forestry, and support rural economies by using low-quality wood efficiently.

Izvleček vsebine plakata:

Low-quality wood is often considered waste or relegated to low-value applications, such as firewood or wood chips, resulting in economic and environmental inefficiencies. However, it can be efficiently converted into charcoal, providing a more valuable and sustainable use. This study explored the valorization of low-quality wood value by converting it into charcoal using a mobile charcoal kiln. This research focused on using low-quality beech wood from the Cansiglio Forest in Veneto, Italy. The process involved collecting and preparing low-quality beech wood, followed by its carbonization in the mobile kiln. Post-production, the charcoal was subjected to rigorous laboratory testing to assess its quality. Parameters such as fixed carbon content, ash content, volatile matter, and calorific value were measured to evaluate the charcoal performance and quality. The results indicate that the charcoal demonstrates high quality, comparable to charcoal produced through traditional charcoal pile methods. Furthermore, the produced charcoal meets the standards required for high-quality barbecue applications, exhibiting characteristics such as high calorific value and low ash content. The findings of this research underscore the feasibility and effectiveness of using mobile charcoal kilns for low-quality wood valorization. Implementing this technology could significantly improve forest resource utilization and support rural economies.

Literatura in viri:

Rodrigues, T., Braghini Junior, A., 2019. Charcoal: A discussion on carbonization kilns. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 143, 104670. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104670>

Mencarelli, A., Cavalli, R., Greco, R., Grigolato, S., 2023. Comparison of technical and operational conditions of traditional and modern charcoal kilns: a case study in Italy. *Energies* 16(23), 7757. <https://doi.org/10.3390/en16237757>

Picchio, R., Pari, L., Venanzi, R., Latterini, F., Suardi, A., Alfano, V., Bergonzoli, S., 2020. A new mobile kiln prototype for charcoal production. In *Proceedings of the 28th European Biomass Conference and Exhibition*, Online, 6–9 July 2020. <https://dx.doi.org/10.5071/28thEUBCE2020-3CV1.31>

Ključne besede:

Carbonization, Biomass, Biofuel, Sustainability

Zahvale:

This study was carried out within the Agritech National Research Center and received funding from the European Union Next-GenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 – D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022).

Primerjava okoljskih in ekonomskih vplivov razmaščevanja bukovega lesa s terpentinom v primerjavi z DCSBD plazmo pred nanosom antivegetativnega premaza z uporabo LCA in LCC analize

Neja Bizjak Štrus,¹ Sebastian Dahle,¹ Manja Kitek Kuzman,¹ Leon Oblak¹ in Katarina Remic^{1, 2}

1 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana

2 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

E-naslov: neja.bizjak.strus@bf.uni-lj.si

Poudarki:

- Z analizo življenjskega cikla smo primerjali razmaščevanje bukovine s terpentinom in plazmo z difuzno koplanarno površinsko barierno razelektrivijo.
- Rezultate življenjskega cikla smo podprli z analizo opredelitve stroškov.

Izvleček vsebine plakata:

Leta 2021 je v veljavo prišel Evropski zeleni dogovor, katerega cilj je doseči trajnostno gospodarstvo in podnebno nevtralno Evropo do leta 2050. V skladu s temi cilji smo izvedli raziskavo, kjer smo z analizo življenjskega cikla (LCA) primerjali okoljske vplive dveh različnih metod za razmaščevanje površine bukovega lesa pred nanosom antivegetacijskega premaza za plovila. Na podlagi dosedanjih študij smo se za alternativo klasični metodi razmaščevanja s terpentinom odločili za plazmo z difuzno koplanarno površinsko barierno razelektrivijo (DCSBD). Za primerjavo vpliva na okolje smo uporabili SimaPro program s podatkovno bazo Ecoinvent, kjer smo po Hierarhični perspektivi testirali različne kategorije. Rezultat LCA analize so pokazali, da ima razmaščevanje bukovine z DCSBD plazmo v primerjavi z razmaščevanjem s terpentinom manjši okoljski vpliv v kategorijah, ki prispevajo h globalnemu segrevanju. Dodatno smo izvedli tudi analizo opredelitve stroškov, ki je pokazala, da je razmaščevanje bukovine z DCSBD plazmo tudi cenovno ugodnejše od klasične metode.

Literatura in viri:

European Commission and Directorate-General for Communication. 2021. European Green Deal – Delivering on Our Targets. Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2775/373022>

Tu Y, Liang J, Yu L, Wu Z, Xi X, Zhang B, Tian M, Li D, Xiao G. 2023. Effects of plasma treatment on the surface characteristics and bonding performance of Pinus massoniana wood. Forests 14, 1346. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14071346>

Žigon J, Petrič M, Dahle S. 2018. Dielectric barrier discharge (DBD) plasma pre-treatment of lignocellulosic materials in air at atmospheric pressure for their improved wettability: a literature review. Holzforschung 72, 979–991. DOI: <https://doi.org/10.1515/hf-2017-0207>

Höfer R. 2015. The pine biorefinery platform chemicals value chain. V Industrial biorefineries and white biotechnology, stran 127 – 155. Založnik Elsevier. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63453-5.00004-5>

Podatkovna baza Ecoinvent v3.9, 2024. URL: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>

Programska oprema SimaPro 9.5.0.1., 2024 URL: <https://simapro.com/>

Ključne besede:

Bukovina, razmaščevanje, hladna plazma, terpentini, premazi, LCA, LCC.

Zahvale:

Delo poteka v okviru programa MR (58149) P4-0015 in PT-BioPor (N4-0267).

Proteinska lepila za visoko zmogljive notranje lesene konstrukcije (SEAFARER)

Maks Brus,¹ Martin Capuder,^{1,2} Branka Mušič,² Peter Nadrah,² Jaka Pečnik³ in Andreja Pondelak²

1 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 1000 Ljubljana, Slovenija

2 Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

3 InnoRenew CoE, Livade 6, 6310 Izola, Slovenija

E-naslov: andreja.pondelak@zag.si

Poudarki:

- Inženirski lesni kompoziti se vedno pogosteje uporabljajo v lesni gradnji in bivalnih prostorih.
- Trenutno se uporabljajo lepila na osnovi formaldehida, poliuretana, izocianata in epoksidne smole.
- V projektu SEAFARER bomo razvili bio-osnovano proteinsko lepilo na osnovi ribjega kleja s povečano odpornostjo proti vlagi.

Izvleček vsebine plakata:

Lesna gradnja je v zadnjih dveh desetletjih doživela velik razvoj in napredek, predvsem zaradi novih inženirskih lesnih kompozitov, ki so omogočili cenejšo in višjo gradnjo kot doslej (1). Poleg lesa je lepilo ključna sestavina za izdelavo lesnih kompozitov, saj povezuje gradnike v togo celoto. Trenutno uporabljena lepila so na osnovi formaldehida, poliuretanov, izocianatov in epoksidnih smol (2). Zaradi vedno večje vključenosti lesnih kompozitov v bivalne prostore, se povečuje izpostavljenost ljudi rakotvornemu formaldehidu (3). To je ključni razlog za iskanje lepil na biološki osnovi, ki bi bila okolju in zdravju prijaznejša. Mnoga naravna lepila pa imajo pomanjkljivosti, kot sta biološka odpornost in odpornost proti vodi (4). Zato je glavni cilj projekta razviti naravno lepilo na osnovi proteinov (ribjega kleja), z izboljšano odpornostjo proti vlagi. Razvoj lepil bo vključeval zamreženje aminoskupin proteinov ribjega kleja z uporabo kovalentnih in ionskih zamreževalcev. Preučena bo tudi kombinacije z ostalimi naravnimi materiali (šelak, tanin). Učinkovitost modifikacije bo ocenjena z uporabo FTIR spektroskopije, izboljšanje odpornosti proti vlagi bomo določili gravimetrično in z analizo parne sorpcije-desorpcije. Kakovost lepilnega spoja bomo določili z mehanskimi testi različnih lepljencev. Z uporabo sodobnih raziskovalnih metod (μ CT, SEM) bo preučena globina penetracije in razporeditev lepila v lesno strukturo. Ker je cilj razviti zdravju prijazno lepilo, bo izmerjena emisija hlapnih organskih spojin in primerjana s tradicionalnimi PUR lepil, prav tako pa bo preučen celoten življenjski cikel naravnega lepila z uporabo LCA.

Literatura in viri:

G. Wimmers, "Wood: a construction material for tall buildings," *Nat. Rev. Mater.*, vol. 2, no. 12, pp. 1–2, Jul. 2017, doi: 10.1038/natrevmats.2017.51.

F. Ferdosian, Z. Pan, G. Gao, and B. Zhao, "Bio-Based Adhesives and Evaluation for Wood Composites Application," *Polymers*, vol. 9, no. 2, p. 70, Feb. 2017, doi: 10.3390/polym9020070.

J. K. Román and J. J. Wilker, "Cooking Chemistry Transforms Proteins into High-Strength Adhesives," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 141, no. 3, pp. 1359–1365, Jan. 2019, doi: 10.1021/jacs.8b12150.

M. Dunky, "Wood Adhesives Based on Natural Resources: A Critical Review: Part IV. Special Topics," *Rev. Adhes. Adhes.*, vol. 9, pp. 189–268, Jun. 2021, doi: 10.7569/RAA.2021.097307.

Ključne besede:

naravna lepila, proteinska lepila, zamreževanje, izboljšanje vlažnosti, lepilni spoj.

Zahvale:

Projekt je financiran s strani Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS) – J4-4546 (2022-2025). Raziskave na tej tematiki vzporedno potekajo v okviru programa: P4-0430 (Gozdno-lesna veriga in podnebne spremembe: prehod v biogospodarstvo). COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 – D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022).

Analiza impregnacije železniških pragov s hiperspektralnim oslikovanjem

Meta Pivk,¹ Jaka Levanič¹ in Miha Humar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Katedra za lesne škodljivce, zaščito in modifikacijo lesa

E-naslov: meta.pivk@bf.uni-lj.si

Poudarki:

- Namen prispevka je opisati novo metodo za oceno porazdelitve biocidov po preseku impregniranega lesa.
- Analizo smo izvedli na pragovih, ki so bili impregnirani z novo generacijo biocidnih proizvodov, na osnovi vodotopnega baker-etanolaminskega pripravka in v olju topnega bakrovega karbonata.
- Vzorce smo analizirali z hiperspektralno kamero, z uporabo PCA (metoda glavnih komponent). Porazdelitev smo grafično ponazorili.

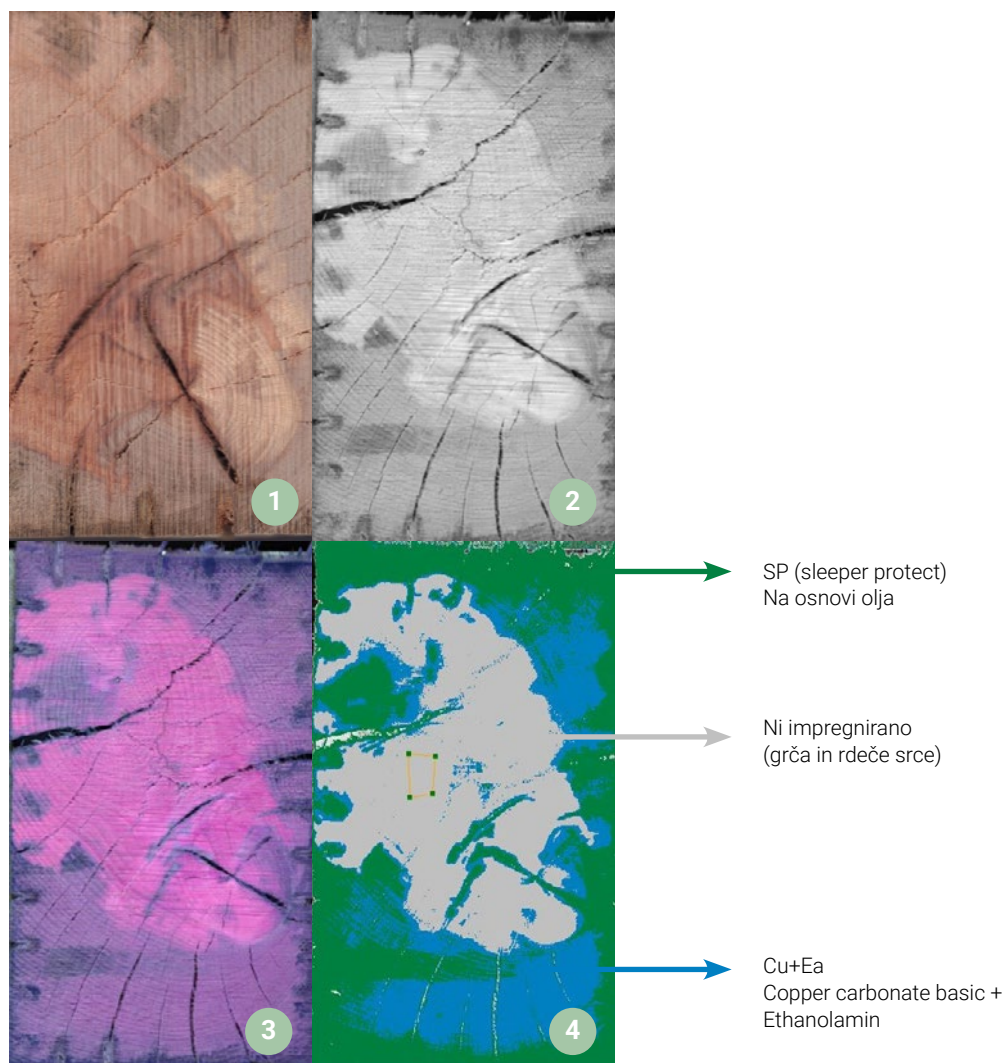
Izvelek vsebine plakata:

Železniški pragovi so eden izmed najstarejših proizvodov iz impregniranega lesa. Do sedaj so jih impregnirali z okoljsko spornim krezotnim oljem. Ta rešitev bo v bližnji prihodnosti prepovedana, zato iščemo alternativne rešitve za njihovo zaščito. V Evropi se v ta namen uveljavljajo bakrove učinkovine raztopljene v različnih oljih. V okviru te raziskave smo uporabili pragove, ki prihajajo v uporabo a Slovenske in Nemške železnice. Bukovi pragovi so vrezani, z vseh strani. S tem zagotovimo, da sredstvo pri impregnaciji bolje penetrira v sredico, kar pa posledično pomeni, večji zaščitni učinek pred glivami, ki uničujejo les. Suhe pragove v prvem koraku impregnirajo z baker-etanolaminskim biocidnim proizvodom, v drugem koraku pa s pripravkom, kjer je bakrova učinkovina raztopljena v talovem olju. Ker oba pripravka temeljita na bakrovih učinkovinah, porazdelitve bakrovih učinkovin ne moremo določati z barvnimi indikatorji ali spektroskopskimi tehnikami (XRF, EDAX ...), zato smo iskali alternativno rešitev. Penetracija je poleg retencije eden od ključnih indikatorjev kakovosti impregnacije lesa.

Hiperspektralna analiza je bila opravljena z visokoresolucijskim skenerjem ClydeHSI Hyperion A3 z uporabo hiperspektralnih kamer za vidno in bližnjo infrardečo (VNIR; 400-1000 nm, $\Delta\lambda = 3$ nm) ali infrardečo (SWIR; 900-2500 nm, $\Delta\lambda = 10$ nm) valovno dolžino. Nato je bila opravljena analiza podatkov z uporabo analize glavnih komponent (PCA).

Hiperspektralno slikanje je napredna slikovna tehnika, ki omogoča zajemanje spektralne informacije o vzorcu pri različnih valovnih dolžinah, hkrati pa ohranja prostorsko porazdelitev. Rezultat hiperspektralnega slikanja je slika pri različnih valovnih dolžinah, s čimer je na voljo spektralna informacija o vzorcu.

Na spodnjih slikah so prerezi železniških pragov, začetno stanje (1), in stanja po impregnaciji (2,3,4). Najlepše se penetracijo obeh (CU+Ea in SP) vidi na sliki 4. Oljno raztopino bakra vidimo le pri robovih, ni penetriral globoko v sredico, globlje je prodrl baker etanolaminski pripravek. Sredica ni impregnirana, zaradi prisotnosti grče in rdečega srca.



Literatura in viri:

JEMEC, Jurij, 2016, KARAKTERIZACIJA PRENOSNE FUNKCIJE IN DEKONVOLUCIJA PRI HIPERSPEKTRALNEM SLIKANJU [na spletu]. Doktorska disertacija. [Dostopano 10 april 2024]. Pridobljeno s: <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=85931>

Ključne besede:

Les, železniški pragovi, zaščita, hiperspektralno slikanje, Cu+Ea in sleeper protect

Zahvale:

Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije se zahvaljujemo za sofinanciranje tega dela v okviru raziskovalnega programa P4-0015 in projekta J7-50231-Growth.

20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji

Primož Simončič,^{1,2} Matej Rupel,¹ Daniel Žlindra,¹ Lado Kutnar¹ in Aleksander Marinšek¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

2 Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, 6000 Koper

E-naslov: primoz.simoncic@gozdis.si

Poudarki:

- Intenzivno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov (IM) v Sloveniji 2004-2024.
- Aktivnosti potekajo v skladu s pan-evropskim programom ICP Forests na ravni II, slovenski strokovnjaki sodelujejo (aktivno) v strokovnih skupinah programa (10 skupin).
- V programu ICP Forests sodeluje 42 držav.
- V Sloveniji potekajo aktivnosti IM na 11 ploskvah, z več oz. manj aktivnostmi programa z namenom spremljanja vpliva onesnaženega zraka na stanje gozdov, vpliva podnebnih sprememb na gozd in kroženja ogljika na izbranih lokacijah (regije, drevesna vrste, gozdne združbe).
- Rezultati so na razpolago mednarodni raziskovalni skupnosti, v l. 2022 je za njih zaprosilo 22 raziskovalk/raziskovalcev za izvedbo projektov.

Izvleček vsebine plakata:

V letošnjem letu je s prvim majem preteklo dvajset let odkar v Sloveniji izvajamo aktivnosti Intenzivnega monitoringa gozdov, kot del mednarodnega programa ICP Forests. Program deluje od l. 1985 v skladu s Konvencijo o onesnaženem zraku na velike razdalje prek meja (UN ECE CLRTAP).

Leta 1994 je bila vzpostavljena mreža za intenzivno spremljanje gozdov (raven II), v l. 2018 je bilo aktivnih več kot 620 stalnih opazovalnih ploskvah po vsej Evropi. Namen programa raven II je prispevati k boljšemu razumevanju učinkov onesnaženosti zraka in drugih in drugih dejavnikov (suše, neurja, insekti, bolezni ...) na gozdne ekosisteme.

Delo na ravni II oz. na intenzivnem monitoringu gozdnih ekosistemov (IM) je v Sloveniji skladno z EU zakonodajo (EU Uredba 3528/86 in 1696/87, EU Uredba 1091/94) in se je uradno začelo 1. maja 2004. Vzpostavitev programa je potekala s pomočjo Kraljevine Nizozemske, ki je sofinancirala predpristopni projekt implementacije EU zakonodaje (2003-2004; Senter International, the Royal Dutch Embassy, Alterra Green WR & FECO). V l. 2003 in 2004 je bila postavljena infrastrukturno opremljena mreža 11 objektov velikosti 1 ha (Simončič s sod. 2004, Vel s sod. 2005). V začetku l. 2004 sta financirali aktivnosti monitoringa MKGP in MOPE, pri izvedbi pa so pomagali sodelavci ZGS in ARSO.

Od l. 2009 je spremljanje stanja gozdov vključeno v 20. člen Pravilnika o varstvu gozdov (2009), ki opredeljuje spremljanje razvrednotenja in poškodovanosti gozdov z namenom obveščanja javnosti, oblikovanja nacionalne gozdne politike in poročanja v okviru mednarodnih zavez, kot so Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje prek meja, Okvirni konvenciji ZN o spremembi podnebja in EK, in drugih obveznosti poročanj.

Na ploskvah IM od l. 2004 poteka spremljanje sprememb kazalcev in procesov, kot so osutost krošenj in porumenelost listja drevja, zdravstveno stanje drevja, indeks listne površine, rast drevja, pritalna vegetacija, fenologija, stanje gozdnih tal, mineralna prehrana drevja, vnos onesnaževal v gozdne ekosisteme, vnos in

iznos snovi (količina in kakovost padavin, dinamika opada, kakovost talne raztopine), meteorološki znaki, pojav in znaki poškodovanosti vegetacije zaradi ozona (O₃). Po l. 2012 smo pričeli z racionalizacijo aktivnosti, IM ploskve smo ločili na običajne in t. i. temeljne ali »core« ploskve na katerih poteka več meritev.

Vsako leto pripravimo do 30. junija poročilo o stanju gozdov za preteklo leto. Letna poročila z rezultati meritev so javno dostopna na spletnih straneh GIS: <https://dirros.openscience.si/Dokument.php?id=22622&lang=slvki>. Rezultati meritev so vključeni v nacionalna in mednarodna poročila o stanju gozdov, v mednarodne baze podatkov pri ICP Forests in so na razpolago raziskovalkam in raziskovalcem, ki za njih zaprosijo z utemeljitvijo in so namenjena raziskovalni dejavnosti. Poročila, strokovni in znanstveni članki ter mednarodno usklajena navodila za izvajanje vzorčenja in meritev so dostopna na spletnih straneh <http://icp-forests.net/page/publications>.

V l. 2024 potekajo na 10 ploskvah IM naslednje aktivnosti v različnih obsegih, glede na to, ali je ploskev II. ravni temeljna ali ne (program ICP Forests).

Aktivnost / Lokacija /	1 Opis pl.	2 Stanje dreves	3 Rast [#]	3a Rast - intenzivno	4 Fenologija	5 Pritalna vegetacija [#]	6 Poškodbe po ozonu	7 Meteorologija	8 Gozdna tla ^{##}	9 Talna raztopina	10 Prehrana ^{##}	11 Opad	12 Zračne usedline	13 Zrak (O ₃ , NH ₃ , NO ₂ , SO ₂)	14 Zagotavljanje kvalitete v laboratorijih
Krucmanove konte		X	X	e	X		X	X			A	D		O ₃	X
Fondek		X	X	e	X	X	X	X		X	A	D	X	O ₃	X
Gropajski bori		X	X	e	X		X	X			A	D	0	O ₃	X
Brdo		X	X	e	X	X	X	X		X	A	D	X	O ₃	X
Borovec		X	X	e	X	X	X	X		X	A	D	X	O ₃	X
Lontovž		X	X	e	X		X	X			A	D	0	O ₃	X
Gorica		X	X	e	X		X	X			A	D		O ₃	X
Krakovski Gozd		X	X	e	0		X	X			A	D		O ₃	X
Murska Šuma		X	X	e	X		X	X			A	D	0	O ₃	X
Tratice		X	X	e	X	X	X	X		X	A	D	X	O ₃	X

Legenda: X: v tekočem letu se izvaja po protokolu ICP Forests,
0: opuščeno
e: nameščenji so elektronski in tračni dendrometri

A: laboratorijske analize,
O₃: samo ozon,
D: aktivnosti smo aktivnost izvedli v okviru drugega programa,

Literatura in viri:

SMOLEJ, Igor. Možnosti za celostni monitoring učinkov onesnaženega zraka na ekosisteme v Sloveniji = Possibilities for integrated monitoring of air pollution effects on ecosystems in Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva : forest and wood science & technology. [Tiskana izd.]. 1997, vol. 53, str. 49-70, ilustr. ISSN 0351-3114. <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=16854>.

VEL, Evert, SIMONČIČ, Primož, VRIES de Wim. Implementation of a mandatory programme on Intensive Forest Monitoring in Slovenia. Alterra-rapport 1171, Alterra, Wageningen, 43 p.

ŽLINDRA, Danijel, LEVANIČ, Tom, SKUDNIK, Mitja, SIMONČIČ, Primož. Predlog metodologije za spremljanje stanja gozdov za l. 2024, 2023. Predlog metodologije v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009) in mednarodnimi zavezami (Konvencija UNECE CLRTAP). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 16 str.

Ključne besede:

dolgotrajno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov, mednarodno usklajena navodila, onesnažila in podnebne spremembe, intenzivni monitoring gozdov, Konvencija o onesnaženem zraku na velike razdalje prek meja (UN ECE CLRTAP), ICP Forests

Zahvale:

Zahvaljujemo se vsem sodelavkam in sodelavcem na Gozdarskem inštitutu Slovenije in Zavoda za gozdove Slovenije za izvedbo terenskega dela, laboratorijskega dela, poročanje in sodelovanje pri usklajevanju metod dela. Trenutno se spremljanje stanja gozdov – IM izvaja v okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije (naloga 1/3), ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Osutost dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa »ICP Forests« v Sloveniji

Anže Martin Pintar¹ in Mitja Skudnik^{1,2}

- 1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
- 2 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: anzemartin.pintar@gozdis.si

Poudarki:

- V zadnjih letih so bile najbolj osute krošnje dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (»ICP Forests«) Fondek (41 %), Gropajski bori (38 %), Gorica (31 %) in Lontovž (38 %).
- Med drevesnimi vrsti so v zadnjem obdobju med bolj osutimi predvsem črni gaber in črni bor na ploskvi Gropajski bori ter dob na ploskvah Krakovski gozd in Murska šuma in tudi bukev na ploskvi Fondek.
- Povprečna osutost se na več kot polovici ploskev intenzivnega monitoringa od leta 2014 postopno povečuje.

Izvlaček vsebine plakata:

Pred uporabo bolj natančnih fizikalno-kemijskih meritev (analitične meritve vsebnosti določenih elementov v padavinah in foliarnih vzorcih) za oceno poškodovanosti gozdov oz. odziv gozdov na onesnaženost so se v okviru programa »ICP Forests« uveljavile predvsem posredne oblike spremljanja vplivov onesnaženosti na gozdne ekosisteme oz. ocene posledic onesnažil na drevesa. Eden od pomembnejših kazalnikov je ocena osutosti krošnje. Le ta predstavlja okularno ocenjen delež manjkajočih asimilacijskih organov (listov oz. iglic) v primerjavi z normalno vitalnim drevesom enakega socialnega položaja, enake drevesne vrste in z enakega rastišča. Ocenjuje se na 5 % natančno. Za poškodovano se šteje tisto drevo, ki ima osutost drevesne krošnje višjo od 25 % (manjka ji vsaj četrtnina listnega aparata). V prispevku so predstavljeni rezultati spremljanja stanja osutosti na desetih ploskvah intenzivnega monitoringa po letu 2003.

V zadnjih letih so bile najbolj osute krošnje dreves na ploskvah Fondek (bukev), Gropajski bori (črni bor), Gorica (bukev) in Lontovž (bukev). Na vseh štirih ploskvah z izjemo Gorice se je povprečna osutost v zadnjem obdobju povečevala. Ploskev Gropajski bori je v prehodnem obdobju, kjer umetno nasajen črni bor počasi nadomeščajo avtohtoni listavci. Med drevesnimi vrsti so v zadnjem obdobju med bolj osutimi črni gaber in črni bor na ploskvi Gropajski bori ter dob na ploskvah Krakovski gozd in Murska šuma in tudi bukev na ploskvi Fondek. Povprečna osutost se na več kot polovici ploskev od leta 2014 postopno slabša. Predvsem na ploskvah, kjer stari sestoj nadomeščajo nova drevesa. V letu 2022 je na poslabšanje stanja predvsem vplivala poletna suša s pripadajočimi dejavniki.

Literatura in viri:

Ferlan M., Grah A., Kermavnar J., Krajnc N., Kutnar L., Ogris N., Pintar A. M., Rupel M., Skudnik M., Vilhar U., Žlindra D. 2023. Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2022: Vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 89 str.

Ključne besede:

Stanje gozdov, osutost dreves, intenzivni monitoring, »ICP Forests«, iglavci, listavci

Zahvale:

Prispevek je nastal v okviru naloge JGS 1/1 (Usmerjanje in strokovno vodenje spremljanja stanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov) na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije ter v okviru programske skupine P4-0107 financirane s strani Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Za delo pri terenskem zbiranju podatkov se zahvaljujemo Juretu Žlogarju in dr. Galu Kušarju. Za pripravo in vzdrževanje tablične aplikacije za terenski zajem podatkov in kasnejše vzdrževanje podatkovne baze se zahvaljujemo Andreju Grahju.

Število rastlinskih vrst v slovenskih gozdovih se zmanjšuje: Intenzivni monitoring stanja gozdov

Lado Kutnar¹ in Janez Kermavnar¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: lado.kutnar@gozdis.si, janez.kermavnar@gozdis.si

Poudarki:

- Na ploskvah za intenzivni monitoring stanja gozdov v Sloveniji (IM ploskve) sistematično analiziramo spremembe pritalne vegetacije že od leta 2004 dalje.
- Ob četrti ponovitvi popisa v letih 2019/2020 smo ugotovili, da se je število rastlinskih vrst v zeliščni plasti od začetka monitoringa v povprečju zmanjšalo za -7,1 % (večje podploskve) oz. -11,2 % (manjše podploskve).
- Čeprav se je na večini IM ploskev število vrst zmanjšalo, pa se je zaradi vpliva motenj vrstna pestrost na nekaterih ploskvah povečala, zlasti na račun pionirskih oz. ruderalnih vrst.

Izvleček vsebine plakata:

Na 11 ploskvah za intenzivni monitoring gozdov v Sloveniji (IM ploskve), ki je del mednarodnega ICP Forests programa, spremljamo stanje pritalne vegetacije po usklajeni metodologiji (Canullo in sod., 2016) na vegetacijskih podploskvah dveh različnih velikosti: večjih (10 × 10 m) in manjših (2 × 2 m). V študiji smo na osnovi 348 fitocenoloških popisov analizirali spremembe vrstne pestrosti v zeliščni plasti v obdobju med 2004/2005 in 2019/2020.

V povprečju smo zaznali upadanje števila rastlinskih vrst v zeliščni plasti na večjih (z 31,0 na 28,8) in manjših vegetacijskih podploskvah (s 15,2 na 13,5) (Kermavnar in Kutnar, 2024). Trend zmanjševanja celotnega nabora vrst (gama diverziteta) na IM ploskvah smo predhodno zaznali tudi že po desetletnem obdobju spremljanja (Kutnar in sod., 2019).

Največje zmanjšanje števila vrst v zeliščni plasti smo po 15 letih ugotovili v nižinskih poplavnih gozdovih doba in belega gabra. Na večjih ploskvah v Krakovskem gozdu in Murski šumi je število vrst upadlo za 38 oz. 26 %, na manjših pa celo za 52 oz. 51 %. Zmanjšanje števila vrst v nižinskih gozdovih bi lahko bila posledica spremenjenih rastiščnih razmer zaradi podnebnih sprememb, spremenjenega režima poplavljanja in nižanja nivoja podtalnice, kar zavira rast nekaterih higrofilnih vrst, prilagojenih na mokra rastišča. Sušnejše razmere omogočajo uspevanje mezofilnih vrst in drugih generalistov (splošno razširjene vrste), vključno z invazivnimi tujerodnimi vrstami. Slednje lahko v veliki meri zasedejo rastni prostor različnih specialistov, ki so v preteklosti uspevali v specifičnih mikorastiščnih razmerah. Dodatni dejavnik, ki lahko prispeva k spremembi vrstne pestrosti je povečan vpliv depozitov duškovih spojin (eutrofikacija rastišč), s čemer se ustvarjajo ugodnejše razmere za nitrofilne vrste z večjimi potrebami po hranilih (npr. dušiku). Tovrstni učinki povzročajo spremembe medvrstnih odnosov, kar lahko vodi tudi do osiromašenja vrstne sestave, saj so zaradi tekmovanja med vrstami nekatere izločene.

Zmanjševanje celotnega števila (gama diverziteta) in upadanje povprečnega števila vrst (alfa diverziteta) na IM ploskvah, ki se odražata kot izginjanje specialistov na račun generalistov, zlasti invazivnih tujerodnih vrst, lahko do neke mere razumemo kot proces vegetacijske homogenizacije, ki je v gozdovih zmerne podnebne pasu poznan kot eden od globalnih fenomenov zmanjševanja biotske raznovrstnosti.

Literatura in viri:

Canullo, R., Starlinger F., Granke, O., Fischer, R., Aamlid, D., 2016. Part VI.1: Assessment of Ground Vegetation. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, 12 s.

Kermavnar, J., Kutnar, L., 2024. Mixed signals of environmental change and a trend towards ecological homogenization in ground vegetation across different forest types. *Folia Geobotanica*, 58: 333–352. <https://doi.org/10.1007/s12224-024-09445-w>

Kutnar, L., Nagel, T. A., Kermavnar, J., 2019. Effects of disturbance on understory vegetation across Slovenian forest ecosystems. *Forests*, 10 (11): 1048. <https://doi.org/10.3390/f10111048>

Ključne besede:

pritalna vegetacija, številčnost in vrstna pestrost rastlin, globalne spremembe, velikopovršinske motnje, intenzivni monitoring

Zahvale:

Študija je bila izvedena v okviru nalog Javne gozdarske službe GIS - JGS 1/3 in JGS 1/2, ki ju financira MKGP. Velik del aktivnosti je bil izveden tudi v okviru Podoktorskega raziskovalnega projekta Z4-4543 (Spremembe gozdne vegetacije zaradi vplivov globalnih in lokalnih okoljskih sprememb v daljšem časovnem obdobju) in Programske skupine P4-0107, ki ju financira ARIS.

20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – GOZDNA TLA

Aleksander Marinšek,^{1,2} Primož Simončič^{1,3} in Daniel Žlindra¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija,

2 Višja šola Postojna, program Gozdarstvo in lovstvo, Ljubljanska ulica 2, 6230 Postojna

3 Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, 6000 Koper

E-naslov: aleksander.marinsek@gozdis.si, primoz.simoncic@gozdis.si, daniel.zlindra@gozdis.si

Poudarki:

- Stanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji spremljamo intenzivneje in sistematično že 20 let.
- Spremljanje je del evropske mreže ICP Forests.
- V Sloveniji imamo 10 ploskev za intenzivno spremljanje, ki so locirane na različnih delih Slovenije in na različnih gozdnih rastiščih.
- Objekti na katerih intenzivno spremljamo stanje gozdnih ekosistemov so postavljeni tako, da lahko preverjamo tudi posredni vpliv sosednjih držav na stanje naših gozdov.

Izvleček vsebine plakata:

V okviru programa spremljanja stanja gozdov (ICP Forests v Sloveniji) spremljamo lastnosti gozdnih tal na sistematični mreži 16 km × 16 km (I. raven monitoringa) že od leta 1995/96. Namen tega spremljanja je pridobivanje osnovnih ocen pedoloških lastnosti, s ponavljanjem vzorčenja tal in analizami pa spremljamo te lastnosti v času. Poleg tega na ploskvah II. ravni monitoringa izvajamo intenzivni monitoring gozdnih tal že od leta 2003, kjer skušamo oceniti tudi vzročno-posledične odnose ter spremljati različne procese v tleh, kot so potencialni procesi zakisljevanja, evtrofikacije, ocena zalog in dinamika ogljika, tokovi hranil, vodna bilanca ter biotska raznovrstnost. S posterjem predstavljamo analizo stanja organskega ogljika, skupnega dušika, razmerja med organskim ogljikom in skupnim dušikom ter reakcije tal (pH) v mineralnem delu tal na posameznih ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov. Analiza vsebnosti organskega ogljika v mineralnem delu tal (0-10 cm) kaže na velike razlike med ploskvami, kjer so vrednosti relativno ugodne, z najnižjimi na ploskvi Murska šuma in najvišjimi na Fondku. Kljub pričakovanju stabilnih razmer pa smo na večini ploskev opazili trend rahlega povečevanja količine ogljika v tleh.

Vsebnost skupnega dušika v mineralnem delu tal se spreminja glede na različne ploskve, pri čemer smo zaznali povečanje vsebnosti dušika na večini ploskev med obema obdobjema vzorčenja. Kljub razlikam med ploskvami so vrednosti dušika primerljive z evropsko mrežo 16 km × 16 km.

Razmerje C_{org}/N_{tot} v tleh je pomembno za ustrezno razgradnjo organskih snovi in kroženja hranil v ekosistemu. Ugotovili smo, da so razmerja med organskim ogljikom in skupnim dušikom podobna med obema obdobjema vzorčenja, kar kaže na stabilnost razmerij v gozdnih tleh.

Reakcija tal vpliva na številne lastnosti tal in pojave v njih. Na splošno se vrednosti pH tal v 20-letnem obdobju spremljanja niso spreminjale, z izjemo ploskve Krakovski gozd, kjer smo opazili povečanje pH vrednosti v zgornjih 10 cm mineralnega dela tal.

Analiza stanja gozdnih tal na ploskvah sistema intenzivnega monitoringa kaže na manjše spremembe med prvim in drugim obdobjem vzorčenja. Kljub temu so preučevani parametri konstantni, kar kaže na logično povezanost dinamike ogljika in dušika v gozdnih ekosistemih. Nadaljnje aktivnosti intenzivnega spremljanja

gozdnih tal so ključne za razumevanje procesov v tleh ter za opredelitev kazalnikov zdravega stanja tal v luči prihajajoče EU zakonodaje o spremljanju tal.

Literatura in viri:

Cools N., De Vos B., 2020: Part X: Sampling and Analysis of Soil. Version 2020-1. V: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 29 str. + Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>]

Marinšek A., Žlindra D., Ferlan M., Kozamernik E., Mali B., Horvat P., Zagorac E., Mesarec N., Bergant J., Vrščaj B., Simončič P., 2023. Poročilo o izvedbi naloge javnega naročila: »Monitoring ogljika v gozdnih tleh, mokriščih in urbanih tleh« - MEJNIK 4. Končno poročilo. 110 str.

Ključne besede:

gozdna tla, gozdna rastišča, organski ogljik v tleh, dušik v tleh, lastnosti gozdnih tal, spremljanje stanja

Zahvale:

Zahvaljujemo se vsem sodelavkam in sodelavcem na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki pomagajo pri vzorčenju tal in analizah vzorcev tal. Spremljanje stanja gozdov se izvaja v okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Vremenski vzorci: Pogled na 20-letni intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov

Saša Šercer¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: sasa.sercer@gozdis.si

Poudarki:

- Povprečna temperatura zraka v zadnjih dveh desetletjih na vseh postajah narašča.
- Pogostejše suše v spomladanskih in poletnih mesecih ter povečana količina padavin v jesenskih mesecih.
- Hitrost vetra se je povečala v obdobju po letu 2014 vse do leta 2018, ko je začela postopno upadati. Od leta 2021 se hitrost vetra ponovno povečuje.

Izvleček vsebine plakata:

V svetovnem merilu že od obdobja industrijske revolucije dalje opazamo trend naraščanja temperatur zraka, ki se sedaj povprečno dvigujejo za 0,15 do 0,2 °C na desetletje. Zlasti zaskrbljujoče je stanje v Evropi, ki se segreva dvakrat hitreje kot svetovno povprečje (European Environment Agency, 2023; Samborska, 2024). Naša analiza podnebnih trendov v Sloveniji kaže na naraščanje povprečnih temperatur zraka v zadnjih dveh desetletjih. Najvišje povečanje temperature je bilo zabeleženo na postajah Krucmanove konte (0,95 °C na desetletje), Fondek (1,14 °C na desetletje), Brdo (0,71 °C na desetletje), Borovec (1,04 °C na desetletje) in Lontovž (0,69 °C na desetletje). Glede količine padavin opazamo različno stanje med postajami. Na nekaterih postajah opazamo povečanje količine padavin, kot so na primer Krucmanove konte, Lontovž in Brdo, medtem ko smo pri drugih postajah zaznali zmanjševanje padavin. Pri tem je najbolj prizadeta postaja Fondek z zmanjševanjem padavin za nekaj odstotkov na desetletje. Kar se tiče hitrosti vetra, podatki kažejo, da se je ta močno povečala v obdobju po letu 2014, predvsem zaradi ekstremnih vremenskih pojavov, kot so žled in prisotnost smrekovega lubadarja v smrekovih gozdovih. Na vseh postajah, z rahlimi izjemami (Gropajski bori, Murska šuma) se je hitrost vetra eksponentno povečevala od leta 2014 do 2018 in nato postopno upadala do leta 2021. Pregledali smo tudi vremensko dogajanje v letih 2022 in 2023. gledano na letni ravni, je bilo leto 2022 povprečno leto v katerem ni zaznani vidnih znakov za sušno leto. Razlog je v tem, da je bilo do druge polovice avgusta v letu 2022 na nekaterih postajah tudi > 50 mm na mesec. Zelo pa se je povečala količina padavin od septembra do decembra 2022. Leto 2022 je bilo tako sušno vse do konca avgusta (v času rastne sezone), od septembra dalje pa se je količina padavin zelo povečala. Leto 2023 velja za zelo mokro, vendar letni podatki ne kažejo izrazitega odstopanja od povprečja. Če gledamo znotraj leta, lahko vidimo, da so bile padavine vse do konec julija pri večini postaj nad 100 mm na mesec. Padavine so zelo narasle avgusta, kar je privedlo do rekordnih poplav v severnem in osrednjem delu Slovenije.

Literatura in viri:

European Environment Agency. 2023. Global and European temperatures. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/global-and-european-temperatures> (8. 5. 2024)

Samborska V. 2024. How much have temperatures risen in countries across the world?. <https://ourworldindata.org/temperature-anomaly> (7. 5. 2024)

Vertačnik G., Bertalanič R., Draksier A., Dolinar M., Vlahović Ž., Frantar P. 2018. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011: Povzetek. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/PSSbrosura_spread_SLO.pdf (8. 5. 2024)

Raspe S., Fleck S., Beuker E., Preuhsler T., Bastrup-Birk A. 2020. Meteorological Measurements. Version 2020-1. In: UNECE ICP Forests, Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 18 p. + Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>]

Ključne besede:

Meteorologija, intenzivni monitoring, podnebne spremembe, temperatura zraka, padavine

20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – zračne usedline

Daniel Žlindra,¹ Primož Simončič^{1,2} in Matej Rupel¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija,

2 Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, 6000 Koper

E-naslov: daniel.zlindra@gozdis.si, primoz.simoncic@gozdis.si, matej.rupel@gozdis.si

Poudarki:

- Stanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji spremljamo intenzivno in sistematično že 20 let.
- Spremljanje je del evropske mreže ICP Forests, ki je največji standardizirani monitoring gozdnih ekosistemov na svetu.
- Na štirih ploskvah intenzivnega monitoringa, ki so locirane po Sloveniji in pokrivajo različne regije in gozdne združbe ter v urbanem gozdu na Rožniku, spremljamo količino in kakovost zračnih usedlin.
- Na prostem (bulk) smo zasledili trend upadanja zračnih usedlin na treh od štirih ploskev.
- Tudi v sestoji (throughfall) smo zasledili trend upadanja zračnih usedlin na treh od štirih ploskev.
- Ploskev v urbanem gozdu izstopa zaradi visokega vnosa onesnaževal.

Izveček vsebine plakata:

V okviru programa Intenzivnega spremljanja stanja gozdov (ICP Forests v Sloveniji) spremljamo količino in kakovost zračnih usedlin oz. padavin na štirih (t.i. »core« ali temeljnih) ploskvah ter na demonstracijski ploskvi v urbanem gozdu na Rožniku (Ljubljana). Vzorčevalniki so nameščeni v sestoji (angl.: throughfall) in na prostem (angl.: bulk). Količina in sestava obeh vrst padavin je praviloma različna. Vzorčenje poteka periodično vsakih 14 dni, ko na terenu izpraznimo terenske posode in jih očistimo ali zamenjamo s čistimi. Prav tako očistimo vzorčevalnike. Kemijsko sestavo določimo iz dveh 14-dnevnih vzorcev, ki jih združimo v razmerju izmerjenih količin v teh dveh obdobjih. Kemijsko analizo vzorcev opravimo v Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije.

Količine, izmerjene na preiskovanih ploskvah na prostem (bulk) so se gibale med 960 in 3080 mm leto⁻¹ in v sestoji med 830 in 2400 mm leto⁻¹. Used onesnaževal žvepla in dušika (SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻; celokupni N (Tot N) v grobem sledi trendu količin padavin v posameznem letu. Na prostem je z onesnaževali najbolj obremenjena ploskev Fondek na Trnovski planoti, kjer po dolgoletnem upadanju vnos onesnaževal zopet narašča. Če izvzamemo ploskev v urbanem gozdu, je tudi v sestoji ploskev Fondek z onesnaževali najbolj obremenjena ploskev.

Na ploskvah, na katerih spremljamo zračne usedline je po večini opazen negativni trend količine onesnaževal v zračnih usedlinah. Le na ploskvi Tratice na Pohorju, je trenutni trend minimalno pozitiven, a so absolutne vrednosti najnižje med vsemi ploskvami.

Literatura in viri:

Clarke N, Žlindra D, Ulrich E, Mosello R, Derome J, Derome K, König N, Geppert F, Lövblad G, Draaijers GPJ, Hansen K, Thimonier A, Waldner P, Verstraeten A, 2022: Part XIV: Sampling and Analysis of Deposition. Version 2022-1. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen

Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 34 p. + Annex [<http://www.icpforests.org/Manual.htm>] ISBN: 978-3-86576-162-0

Ključne besede:

zračne usedline, intenzivni monitoring, onesnaževala v zraku, dušikove spojine, žveplove spojine

Zahvale:

Zahvaljujemo se vsem sodelavkam in sodelavcem Zavoda za gozdove Slovenije in Gozdarskega inštituta Slovenije, ki sodelujejo pri vzorčenju, logistiki, pripravi in analizi vzorcev zračnih usedlin. Spremljanje stanja gozdov se izvaja v okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije (naloga 1/3), ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

20 let intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov – OZON

Daniel Žlindra,¹ Primož Simončič^{1,2} in Matej Rupel¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija,

2 Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, 6000 Koper

E-naslov: daniel.zlindra@gozdis.s

Poudarki:

- Stanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji spremljamo intenzivno in sistematično že 20 let.
- Spremljanje je del evropske mreže ICP Forests, ki je največji standardizirani monitoring gozdnih ekosistemov na svetu.
- V Sloveniji imamo 10 ploskev za intenzivno spremljanje gozdnih ekosistemov po celotni Sloveniji, ki pokrivajo različne regije in gozdne združbe.
- Z ozonom so najbolj obremenjene višje ležeče in izpostavljene ploskve in najmanj nižinske ploskve vzhodne Slovenije.

Izvleček vsebine plakata:

V okviru programa Intenzivnega spremljanja stanja gozdov (ICP Forests v Sloveniji) spremljamo vsebnost ozona v zraku (troposferski, tudi ambientalni ozon) že od samega začetka. Ploskve, kjer so se izvajale meritve, so se tekom let menjale, v odvisnosti od razpoložljivih sredstev in pričakovane visoke vrednosti ozona. V zadnjih letih smo uspeli z znanjem in lastnim razvojem z dodeljenimi sredstvi zagotoviti meritve na vseh desetih ploskvah. Meritve potekajo celotno rastno sezono. Ozon spremljamo s pasivnimi dozimetri, ki so izpostavljeni po 14 dni. Njihovo delovanje je odvisno od difuzije zraka skozi odprtine dozimetra in kemična sposobnost ozona oksidirati nitritne ione do nitrata. Analizo dozimetrov opravimo v Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije.

V dolgoletnem povprečju smo najvišje 14-dnevne povprečne vrednosti ozona zasledili na ploskvah Borovec in Lontovž, le nekoliko nižje vrednosti pa na ploskvi Tratice na Pohorju. Nižje vrednosti smo izmerili na obeh primorskih ploskvah, Fondek na Trnovski planoti in Gropajski bori pri Sežani. Relativno visoke vrednosti ozona so zaznane na ploskvah Brdo in Gorica. Na mestni ploskvi (Ljubljana-Bežigrad) smo izmerili dve tretjini vrednosti 14-dnevnih povprečnih period glede na najbolj obremenjeno ploskev Borovec. Nekaj nižje so vrednosti na drugi mestni ploskvi, v Ljubljani - Rožna dolina (Gozdarski inštitut Slovenije). Relativno nizke vrednosti smo izmerili na ploskvi Krucmanove konte na Pokljuki ter kontrolni ploskvi - Iskrba pri Kočevski Reki. Najnižje 14-dnevne povprečne vrednosti smo izmerili v hrastovih gozdovih Murske šume in Krakovskega gozda.

Z monitoringom vsebnosti ozona v zraku smo opazili tudi vzorec pojavljanja visokih koncentracij ozona. Glavni krivec za najvišje vrednosti je »globalni« ozon oz. daljinski transport ozona. Večinoma se ti ekstremni maksimumi kratkotrajno (za nekaj ur) največkrat pojavijo v drugi polovici junija in prvi polovici julija, po nekajkrat pa tudi avgusta.

Dolgoletni trend prisotnosti povprečnih koncentracij ozona je na nekaterih lokacijah v upadanju (Krucmanove konte, Borovec, Gorica, Krakovski gozd, Murska šuma, Tratice), na drugih pa v porastu (Fondek, Gropajski bori, Brdo, Lontovž, GIS).

Literatura in viri:

Schaub M, Calatayud V, Ferretti M, Pitar D, Brunialti G, Lövblad G, Krause G, Sanz MJ, 2020: Part XV: Monitoring of Air Quality. Version 2020-1. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 11 p. + Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>]

Koutrakis P, Wolfson J M, Bunyaviroch A, Froehlich S E, Hirano K, Mulik J D (1993): Measurement of Ambient Ozone Using a Nitrite-Coated Filter Anal. Chem., 65, 209

Ključne besede:

troposferski ozon, spremljanje ozona, pasivni dozimetri, poškodbe zaradi ozona

Zahvale:

Zahvaljujemo se vsem sodelavkam in sodelavcem na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki pomagajo pri vzorčenju ozona. Spremljanje stanja gozdov se izvaja v okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije (naloga 1/3), ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

