

GOZD in LES:

Biotska raznolikost
in gospodarjenje
z gozdovi



KAZALO

PREDAVANJA

- 9 Indikatorji gozdne biodiverzitete s predlogom naprednega monitoringa v slovenskih gozdovih
Al Vrezec
- 10 Pestrost pojavljanja domačih in tujerodnih drevesnih in grmovnih vrst na ploskvah Nacionalne gozdne inventure v Sloveniji
Anže Martin Pintar, Andreja Ferreira, Luka Krajnc, Gal Kušar, Mitja Skudnik
- 12 Uporaba hiperspektralne kamere in nevronske mreže za ločevanje in klasifikacijo Slovenskih lesnih vrst
Luka Kopač, Žiga Špiclin, Miha Humar

PLAKATI

- 15 Funkcionalne značilnosti in dinamika zeliščne vegetacije v gospodarskem gozdu in rezervatu Krakovski gozd
Janez Kermavnar, Lado Kutnar
- 17 Ovrednotenje izbranih slovenskih populacij gradna in doba s pomočjo geometrijske morfometrije in genetskih analiz
Tanja Mrak, Jožica Gričar, Polona Hafner, Marjana Westergren
- 19 Strukturna prilagoditev doba in gradna na okoljske spremembe: analiza širine branik in lesno-anatomske značilnosti
Peter Prislan, Polona Hafner, Gregor Skoberne, Saša Ogorevc, Jožica Gričar
- 23 Gostote lesa izvrtkov drevesnih vrst Slovenije: preliminarni rezultati
Iza Petek, Jožica Gričar, Luka Krajnc
- 25 Strukturno-morfološki in fiziološki znaki kakovosti sadik za uporabo v praksi
Natalija Dovč, Jožica Gričar, Hojka Kraigher
- 26 Raznolikost in sestava talnega mikrobioma med procesi naravne obnove v jelovo- bukovem gozdu
Nataša Šibanc, Petr Baldrian, Vendula Brabcová, Janez Kermavnar, Hojka Kraigher, Lado Kutnar, Tijana Martinović, Martina Štursová, Tanja Mrak
- 28 Izcedne talne vode kot potencialni vir informacij o biotski pestrosti tal
Tine Grebenc, Nataša Šibanc, Nejc Suban, Nataša Ravbar, Metka Petrič, Uroš Novak, Janez Kermavnar, Lado Kutnar, Aleksander Marinšek, Daniel Žlindra, Blaž Kogovšek, Erika Kozamernik, Cyril Mayaud, Tanja Pipan, David Štefanič, Sara Skok, Janez Mulec, Stanka Šebela, Urša Vilhar, Tijana Martinović

- 30 Projekt FarmBioNet – Meddržavna mreža za biodiverziteti prijazno kmetovanje in gozdarjenje
FarmBioNet - Farmer-focused Biodiversity and Agricultural Knowledge Network
Tine Grebenc, Nataša Šibanc, Nejc Suban, Primož Simončič, Saorla Kavanagh, konzorcij projekta FarmBioNet
- 31 Ugotavljanje prisotnosti in številčnosti prostoživečih živali kot del aktivnosti pri ohranjanju biodiverzitete gozdnih in kmetijskih ekosistemov na območju Krasa
Katarina Flajšman, Aleksander Marinšek
- 32 Avtomatizacija pelodne analize slovenskega medu z uporabo umetne inteligence
Lana Nastja Anžur, Martin Jurkovič, Adrian Mladenich Grobelnik, Jaka Godejša, Živa Alif, Miha Humar, Ivan Bratko
- 34 Javnost in ekosistemske storitve gozdov v prostoru: ali se razpoložljivost ujema s povpraševanjem?
Kaja Plevnik, Anže Japelj, Anže Martin Pintar
- 35 BArCH-Wood: Spremljanje občutljivosti arheološkega lesa na spremembe tal zaradi podnebnih vplivov
Nejc Golob, Igor Snel Purič, Ambrož Rupnik, Alen Iršič, Jan Matoh, Adam Modic, Nina Bratušek, Zvonka Janežič, Agni Prijatelj, Marko Zupan, Špela Pok, Lana Nastja Anžur
- 36 Naslavljanje podnebnih izzivov preko valorizacije lesa poškodovanega v ujmah v Alpsko-Jadranski regiji
Eli Keržič, Boštjan Lesar, Jožica Gričar, Polona Hafner, Bernard Likar, Elisa Beltramini, Carlo Piemonte, Stefania Silvestri, Miha Humar
- 38 Vsebnost ekstraktivov v različno skladiščeni skorji bele jelke (*Abies alba* Mill.)
Peter Hrovatič, Ida Poljanšek, Urša Osolnik, Primož Oven in Viljem Vek
- 40 Mehanske lastnosti lepljenih spojev: vpliv izpostavljenosti in naravnega staranja
Martin Capuder, Boris Azinović, Andreja Pondelak, Tomaž Pazlar, Jaka Gašper Pečnik, Luka Naumovski

Predavanja



Indikatorji gozdne biodiverzitete s predlogom naprednega monitoringa v slovenskih gozdovih

Al Vrezec¹

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 121, SI-1000 Ljubljana

E-mail: al.vrezec@nib.si

Gozdni prostor predstavlja zelo kompleksen ekosistem, ki ga tvori za gozd specifična biotska pestrost. Za razliko od drugih kopenskih ekosistemov ima gozdni ekosistem dokaj stabilno biodiverzitetno strukturo, ki mu omogoča večjo odpornost na podnebne in druge spremembe. To se odraža tudi na primeru biodiverzitetne krize, pri kateri se zdi, da je najmanj očitna v gozdovih. Nedavno poročilo PanEuropean Common Bird Monitoring Scheme iz leta 2023 o upadu pogostih evropskih ptic kaže, da se ptičje populacije v Evropi zmanjšujejo s trendom -19 %, medtem ko je trend gozdnih populacij zgolj -8 %. Vendar pa so ptičje populacije le vrh ledene gore, saj naj bi bili upadi zlasti pri žuželkah mnogo večji, pri katerih naj bi se številčnost v Evropi zmanjšala za kar 47 %. Svetovni trendi pa celo kažejo, da bomo v naslednjih desetletjih ob nadaljevanju današnjih trendov priča izumrtju kar 40 % vrst žuželk. V okviru CRP projekta »Ukrepi za ohranjanje biotske raznovrstnosti v gozdnih ekosistemih« smo analizirali nekaj indikatorskih skupin gozdne favne v Sloveniji. Tako smo pri izključno gozdnih pticah lokalna izumrtja zabeležili pri 15 % vrstah, medtem kot je pri hroščih lokalno izumrlo 27 % gozdnih vrst krešičev, 50 % minic in kar 54 % kozličkov, za večino drugih skupin pa zaradi slabšega poznavanja dolgoročnih trendov te ocene niti niso možne. Stanje gozdne biodiverzitete v Sloveniji se ne spremlja oziroma se spremlja zgolj lokalno, čeprav je ključno za razumevanje sprememb in delovanja gozdnih ekosistemov, kar ima vplive na gospodarjenje z gozdovi, zdravje ljudi in ohranjanje naravne dediščine in ekosistemskih storitev. Težava širokoprostorskega in multitrofičnega monitoringa gozdne biodiverzitete je zlasti njena kompleksnost in s tem dokaj drago in velikokrat nereprezentativno zajemanje podatkov na terenu in njihova obdelava. Zato se monitoringe biodiverzitete velikokrat omejuje na indikatorske skupine ali vrste. V predavanju bo predstavljen prvi pristop prioritizacije gozdne favne, ki bo vključeval širše vidike

biodiverzitete, z uvajanjem naprednejših tehnik vzorčenja in obdelave terenskih podatkov za širokoprostorsko in glede na slovenski gozdni prostor reprezentativno spremljanje stanja gozdne biodiverzitete, kot merila za ocenjevanje podnebnih in drugih vplivov in kot osnova za usmerjeno prilagajanje gospodarjenja z gozdovi za ohranjanje gozdnih ekosistemskih storitev in biodiverzitete in za napovedovanje ekosistemskih sprememb.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.001

Pestrost pojavljanja domačih in tujerodnih drevesnih in grmovnih vrst na ploskvah Nacionalne gozdne inventure v Sloveniji

Anže Martin Pintar¹, Andreja Ferreira¹, Luka Krajnc¹, Gal Kušar¹, Mitja Skudnik^{1, 2}

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, 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:

- Bukev je postala drevesna vrsta z najvišjim deležem v lesni zalogi tako merskih kot podmerskih drevesnih vrst. Delež smreke v lesni zalogi se zmanjšuje.
- Vnosu tujerodnih drevesnih vrst so bolj izpostavljene ekološke regije na zahodu in vzhodu države, prek Padske nižine v Italiji, Istre na Hrvaškem in Panonske nižine na Hrvaškem in Madžarskem.

PREDAVANJE:

V Sloveniji spremljamo stanje in razvoj gozdov na nacionalni ravni z Nacionalno gozdno inventuro (NGI). V prispevku smo analizirali pestrost pojavljanja drevesnih in grmovnih vrst ter predstavili pojavljanje tujerodnih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih. Glede na literaturo v Sloveniji uspeva 71 avtohtonih drevesnih vrst, od katerih jih je bilo 60 zaznanih med merskimi drevesi na mreži ploskev NGI gostote 2 x 2 km po celotni državi. Največje povprečno število merskih dreves in grmov, kot tudi Shannon-Wienerjev indeks vrstne pestrosti, smo ugotovili na vzorčnih ploskvah v Predalpski ekološki regiji ($H' = 0,85$), najmanjše pa v Alpski ekološki regiji ($H' = 0,58$). Lesna zaloga merskih dreves in grmov v celotni Sloveniji dosega 330,7 m³/ha $\pm$ 2,1 %, lesna zaloga podmerskih dreves in grmov (prsni premer do 10 cm) pa 9,7 m³/ha $\pm$ 5,9 %. V lesni zalogi merskih drevesnih in grmovnih vrst prevladujejo bukev (*Fagus sylvatica*) (31,9 %) in smreka (*Picea abies*) (28,2 %), med merskimi grmovnimi vrstami je največ navadne leske (*Corylus avellana*) (85,0 %). Na ploskvah NGI je bilo zabeleženih 10 različnih tujerodnih drevesnih vrst na 138 ploskvah, najpogostejše so bile popisane v Submediteranski in Predpanonski ekološki regiji. V lesni zalogi tujerodnih drevesnih vrst prevladuje robinija (*Robinia pseudoacacia*). V lesni zalogi podmerskega drevja z 32,4 % prevladuje bukev, več kot 10,0 % lesne zaloge prispeva še navadna

smreka in mali jesen (*Fraxinus ornus*). V lesni zalogi popisanih podmerskih grmovnih vrst prevladuje leska z 78,3 %, več kot 2 % dosega še rumeni dren (*Cornus mas*), navadni srobot (*Clematis vitalba*) in črni bezeg (*Sambucus nigra*). Predstavljeni rezultati kažejo, da je kombinacija panelnega sistema, večjega števila vzorčnih ploskev (3027) in izboljšane šifranta omogočila prvo celostno objektivno ovrednotenje pestrosti pojavljanja drevesnih in grmovnih vrst ter prisotnosti tujerodnih vrst v slovenskih gozdovih.

LITERATURA IN VIRI:

Pintar A., Ferreira A., Krajnc L., Kušar G., Skudnik M. 2024. Pestrost in pojavljanje domačih in tujerodnih drevesnih in grmovnih vrst na ploskvah Nacionalne gozdne inventure v Sloveniji. *Acta Silvae et Ligni*, 134: 11-26

Skudnik M., Grah A., Guček M., Hladnik D., Jevšenak J., Kovač M., Kušar G., Mali B., Pintar A. M., Pisek R., Planinšek Š., Poljanec A., Simončič P. 2021. Stanje in spremembe slovenskih gozdov med letoma 2000 in 2018: rezultati velikoprostorskega monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica

KLJUČNE BESEDE:

vrstna pestrost, drevesne vrste, grmovne vrste, tujerodne vrste, lesna zaloga

ZAHVALE:

Prispevek je nastal v okviru naloge JGS 4 (razvijanje in strokovno usmerjanje informacijskega sistema za gozdove) na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, ter v okviru raziskovalnih programov P4-0107 in P4-0430, ki ju financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Za delo pri terenskem zbiranju podatkov in pripravi podatkovne baze NGI se zahvaljujemo vsem sodelavcem Gozdarskega inštituta Slovenije in Zavoda za gozdove Slovenije, ki so sodelovali pri popisih NGI in MGGE.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.002

Uporaba hiperspektralne kamere in nevronske mreže za ločevanje in klasifikacijo Slovenskih lesnih vrst

Luka Kopač¹, Žiga Špiclin², Miha Humar¹

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

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za slikovne tehnologije, Ljubljana, Slovenija

E-naslov: luka.kopac@bf.uni-lj.si

POUDARKI:

- Z uporabo hiperspektralne kamere in nevronske mreže je mogoče zmerno dobro ločiti listavce od iglavcev, težje pa je klasificirati posamične lesne vrste
- Nizka natančnost pri klasifikaciji lesnih vrst lahko pomeni, da med raziskovanimi lesnimi vrstami ni dovolj velikih spektralnih razlik ali pa da je potrebno model optimizirati oziroma uporabiti povsem drug model

POVZETEK:

Hiperspektralno oslikovanje postaja vse bolj priljubljeno zaradi sposobnosti nedestruktivne karakterizacije materialov in njihovih lastnosti. Zaradi edinstvenih spektralnih podpisov različnih lesnih vrst v bližnjem infrardečem (NIR) območju svetlobnega spektra jih je mogoče razlikovati s pomočjo kemometričnih metod (Pastore et al., 2011). Glavni cilj raziskave je bila klasifikacija devetih različnih slovenskih lesnih vrst. V tej raziskavi je bil uporabljen nov prisop z uporabo hiperspektralnega oslikovanja in analize podatkov z nevronske mreže – večplastnim perceptronom (MLP). Podatki so bili predobdelani – obrezanih je bilo zgornjih in spodnjih 5 % valovnih dolžin in za klasifikacijo uporabljena le vsaka peta slikovni točka. Podatki so bili robustno normalizirani z uporabo mediane in interkvartilnega razmika (SNV) s čimer smo popravili spremembe v osvetlitvi, razpršenost svetlobe in variacije v površinski teksturi vzorcev. Za klasifikacijo slikovnih točk je bila uporabljena popolnoma povezana nevronska mreža, ki je za razlikovanje listavcev in iglavcev dosegla natančnost $65,3 \pm 4,2$ %. Glede na rezultate je model sposoben do določene mere razlikovati med listavci in iglavci na podlagi spektralnih podatkov posameznih pikslov. Pri razlikovanju posamičnih lesnih vrst je bila natančnost nižja – $32,4 \pm 5,5$ %. Model je bil bolj uspešen pri klasifikaciji rdečega hrasta (83,4 %), v primerjavi z drugimi lesnimi vrstami. MLP je torej sposoben uspešno prepoznati spektralne značilnosti različnih lesnih vrst, vendar rezultati kažejo na omejitve modela, saj je natančnost nižja,

od pričakovane. V nadaljnjih raziskavah bi bilo smiselno bolj natančno optimizirati hiperparametre modela in poskusiti z drugimi tehnikami predobdelave podatkov. Treba bi bilo razmisliti o uporabi kakšnega drugega modela, ki bi upošteval tako spektralno kot tudi prostorsko informacijo.

LITERATURA IN VIRI:

Pastore, T. C. M., Braga, J. W. B., Coradin, V. T. R., Magalhães, W. L. E., Okino, E. Y. A., Camargos, J. A. A., De Muñiz, G. I. B., Bressan, O. A., & Davrieux, F. (2011). Near infrared spectroscopy (NIRS) as a potential tool for monitoring trade of similar woods: Discrimination of true mahogany, cedar, andiroba, and curupixá. *Holzforschung*, 65(1), 73–80. <https://doi.org/10.1515/HF.2011.010>

KLJUČNE BESEDE:

Hiperspektralna kamera, nevronska mreža, klasifikacija, Slovenske lesne vrste

ZAHVALE:

Avtorji se zahvaljujejo za finančno podporo Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS (ARIS) v okviru projektov J7-50231 Growth: Rastni potencial in lastnosti lesa izbranih drevesnih vrst različnih provenienc, J7-50226 Analitična orodja naslednje generacije za dediščinsko znanost in P4-0015 Les in lignocelulozni kompoziti.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.003

Predstavitve plakato



Funkcionalne značilnosti in dinamika zeliščne vegetacije v gospodarskem gozdu in rezervatu Krakovski gozd

Janez Kermavnar¹, Lado Kutnar¹

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

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

POUDARKI:

- Različen režim in intenziteta gospodarjenja vplivata na funkcionalne značilnosti rastlinskih združb.
- Večdesetletne spremembe v ekologiji zeliščne vegetacije odražajo sestojno dinamiko –sušenje doba in povečevanje deleža belega gabra.
- To so pomembna rastišča nekaterih zavarovanih in ogroženih vrst iz rdečega seznama.

PREDAVANJE:

V študiji smo primerjali funkcionalno sestavo zeliščne vegetacije, ki smo jo vrednotili na podlagi rastlinskih funkcionalnih znakov vaskularnih rastlin. Primerjalno smo analizirali 25 fitocenoloških popisov iz gospodarskega gozda in 41 popisov iz gozdnega rezervata v nižinskem Krakovskem gozdu. Na obeh objektih v drevesni plasti prevladujeta dob (*Quercus robur* L.) in beli gaber (*Carpinus betulus* L.). Na podlagi ponovitvenih popisov smo analizirali časovne spremembe v vrstni in filogenetski pestrosti vegetacije ter spremembe v ekoloških razmerah.

Z uporabo PCA ordinacije smo ugotovili precejšnje razlike v funkcionalnih sestavi zeliščne vegetacije. V gospodarskem gozdu je večji delež terofitov (enoletnic) in rastlin z višjimi vrednostmi za specifično listno površino, v rezervatu prevladujejo zelne trajnice. Vzdlž prve PCA osi, ki opredeljuje gradient funkcionalne sestave znotraj rezervata, so bili pomembni pojasnjevalni znaki predvsem delež geofitov in hemikriptofitov, mirmekohorija (semena raznašajo mravlje) in lokalno nespecifičen način razširjanja, fenologija cvetenja, višina rastlin, masa semen ter nekateri drugi znaki. Pri interpretaciji rezultatov je treba upoštevati razlike v metodi popisovanja (velikost popisnih ploskev in njihova prostorska razporeditev). Kljub temu lahko zaključimo, da različen režim in intenziteta gospodarjenja vplivata na funkcionalne značilnosti zeliščne vegetacije. V rezervatu smo še vedno zasledili vplive gospodarjenja iz obdobja pred njegovo razglasitvijo v letu 1952.

V rezervatu in gospodarskem gozdu so prisotne naslednje zavarovane rastline: *Iris pseudacorus* L., *Leucojum vernum* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.). To so tudi rastišča nekaterih vrst rdečega seznama: *Pseudostellaria europaea* Schaeftl. – značilnica združbe, *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb., *Fritillaria meleagris* L., *Pulmonaria dacica* Simonk. in *Leucojum aestivum* L. Frekvenca pojavljanja teh redkih in ranljivih vrst je praviloma večja v rezervatu.

Večdesetletne spremembe v pestrosti vegetacije so pokazale, da je število zeliščnih vrst na popis v gospodarskem gozdu ostalo na podobni ravni, medtem ko se je vrstna pestrost v rezervatu zmanjšala v povprečju za 13 %. Hkrati ugotavljamo, da se je filogenetska pestrost v obeh primerih povečala, na kar imajo lahko znaten vpliv praprotnice kot filogenetsko ločena skupina od semenk. Na osnovi analize indikatorskih vrednosti rastlin smo ugotovili premik k bolj senčnim razmeram v pritalni vegetaciji. Slednje pripisujemo sestojni dinamiki. Dob se suši kot posledica naravnega staranja sestojev, sprememb v nivoju podtalnice ter vplivov podnebnih sprememb in ekstremov. Izsuševanje rastišč bolj ustreza belemu gabru, ki v spodnji drevesni plasti izrazito povečuje delež in stopnjo zastiranja ter s tem povečuje zasenčenost tal, kar bolj ustreza sencozdržnim gozdnim specialistom. Omenjeni trend je bolj izrazit v gozdnem rezervatu. Časovne spremembe ne nakazujejo procesov termofilizacije (premik v korist toploljubnih vrst) ali kserofilizacije (večja zastopanost rastlin prilagojenih na sušnejše razmere) vegetacije. Predvsem v rezervatu smo

zaznali povečano zastopanost nitrofilnih vrst, kar lahko pojasnujemo z evtrofikacijo gozdnih tal (potencialni vzroki: večja dostopnost hranil zaradi povečane kakovosti listnega opada in razgradnje nakopičenega odmrlega lesa, zračni depoziti dušika, gnojenje na okoliških kmetijskih površinah).

Funkcionalne značilnosti in pestrost zeliščne vegetacije v nižinskih hrastovo-belogabrovih gozdovih se značilno odzivajo na spremembe v drevesni sestavi in strukturi sestojev. V gospodarskih gozdovih je smiselno ohranjati prevladujoč delež doba v drevesnih plasti in dvoslojno strukturo, kar pa zaradi pogosto neugodnih hidroloških razmer, težavne naravne obnove in sušenja doba ter konkurenčnosti belega gabra in drugih lesnatih rastlin v fazi pomlajevanja zahteva intenzivna vlaganja in ustrezna gojitvena dela.

LITERATURA IN VIRI:

Hočevar S., Batič F., Martinčič A., Piskernik M. 1980. Drugotni nižinski pragozd Krakovo v Krakovskem gozdu – mikoflora, vegetacija in ekologija. Zbornik gozdarstva in lesarstva 18, 5-144

Smole I., Kutnar L. 1994. Vegetacijske in rastiščne razmere na trajnih raziskovalnih ploskvah hrasta v Sloveniji (III. del: povzetek I. in II. dela naloge). Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 50 str.

Kermavnar J., Kutnar L. 2024. Three decades of understorey vegetation change in *Quercus*-dominated forests as a result of increasing canopy mortality and global change symptoms. Journal of Vegetation Science 35, e13317

Kermavnar J., Kutnar L. 2025. Plant diversity decrease and directional species turnover induced by shifting overstory dominance in the oak-hornbeam forest reserve over 50 years (Flora, DOI: 10.1016/j.flora.2025.152742)

KLJUČNE BESEDE:

dobovo-belogabrovje, funkcionalni znaki rastlin, dinamika vegetacije, ekološke razmere

ZAHVALE:

Študija je bila izvedena 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.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.004

Ovrednotenje izbranih slovenskih populacij gradna in doba s pomočjo geometrijske morfometrije in genetskih analiz

Tanja Mrak¹, Jožica Gričar¹, Polona Hafner¹, Marjana Westergren¹

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

E-naslov: tanja.mrak@gozdis.si

POUDARKI:

- Kombinacija geometrijske morfometrije in genetskih analiz je pokazala, da med tema dvema metodama ni popolnega ujemanja
- Geometrijska morfometrija z veliko zanesljivostjo identificira primerke doba

POSTER:

Identifikacija doba (*Quercus robur* L.) in gradna (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) večinoma temelji na analizi morfoloških znakov, ki pa je zaradi velike morfološke variabilnosti znotraj posamezne vrste ter prisotnosti križancev s prehodnimi morfološkimi značilnostmi med obema vrstama pogosto subjektivna. Geometrijska morfometrija je novejša morfološka metoda, ki odpravlja subjektivnost, hkrati pa tehnološki in metodološki napredek na področju genetike omogoča zanesljivejše razlikovanje med vrstama s pomočjo genetskih označevalcev. V naši raziskavi smo uporabili kombinacijo obeh metod za ovrednotenje dvanajstih slovenskih populacij hrastov, od tega petih populacij gradna, štirih populacije doba ter treh populacij domnevnih križancev oz. mešanih sestojev. Genetske analize so bile izvedene na 19 mikrosatelitnih lokusih v kombinaciji z različnimi metodami analize v programih Structure (Pritchard et al. 2000), NewHybrids (Anderson in Thompson 2002) in GenAlEx (Peakall in Smouse 2006, 2012). V okviru morfoloških analiz smo na listih hrastov na podlagi obstoječe literature (Viscosi et al. 2009, Proietti et al. 2021) določili 14 opornih točk (»landmarks«), katerih koordinate smo potem uporabili za analize v sklopu geometrijske morfometrije. Osebk, ki so izvirali iz domnevno čistih populacij doba in gradna, so se na podlagi geometrijske morfometrije statistično značilno razlikovali med sabo, prav tako osebk doba in domnevnih križancev, medtem ko med osebki gradna in osebki domnevnih križancev statistično značilne razlike v listih ni bilo. Preliminarne analize so pokazale, da so vsi

osebki, ki smo jih s pomočjo genetskih analiz identificirali kot križance doba in gradna, na podlagi geometrijske morfometrije spadali v skupino gradna. Osebk, ki so po tej metodi imeli vmesne znake med dobom in gradnom, z genetskimi analizami niso bili identificirani kot križanci. Ti rezultati nakazujejo, da je morfometrijska identifikacija dokaj zanesljiva za dob, medtem ko križancev ne moremo zanesljivo ločiti od gradna, poleg tega pa kažejo na potrebo po bolj poglobljenih genetskih analizah, s katerimi bi ugotovili prisotnost povratnih križancev.

LITERATURA IN VIRI:

- Anderson, E.C., Thompson, E.A. 2002. A model-based method for identifying species hybrids using multilocus genetic data. *Genetics* 160: 1217--1229.
- Viscosi, V., Fortini, P., Slice, D.E., Loy, A., Blasi, C. 2009. Geometric morphometric analyses of leaf variation in four oak species of the subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology* 143(3), 575–587. <https://doi.org/10.1080/11263500902775277>
- Peakall, R., Smouse P.E. (2012) GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics* 28, 2537–2539.
- Peakall, R., Smouse P.E. (2006) GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*. 6, 288–295.
- Pritchard, J.K., Stephens, M., Donnelly, P. 2000. Inference

of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155(2), 945-59. doi: 10.1093/genetics/155.2.945.

Proietti, E., Filesi, L., Di Marzio, P. et al. 2021. Morphology, geometric morphometrics, and taxonomy in relict deciduous oaks woods in northern Italy. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* 32, 549-564. <https://doi.org/10.1007/s12210-021-01001-4>

KLJUČNE BESEDE:

Quercus robur, *Quercus petraea*, križanci, morfologija listov, mikrosateliti

ZAHVALE:

Raziskavo je financirala ARIS v sklopu projekta Hrasti za gozdove in gozdarstvo v prihodnosti: *Quercus robur* versus *Quercus petraea* (J4-4541) ter programskih skupin P4-0430 Gozdno-lesna veriga in podnebne spremembe: prehod v krožno biogospodarstvo in P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija. Zahvaljujemo se tehnikom Oddelka za gozdno fiziologijo za terensko delo, herbariziranje in skeniranje listov ter molekularne analize.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.005

Strukturna prilagoditev doba in gradna na okoljske spremembe: analiza širine branik in lesno-anatomskih značilnosti

Peter Prislan¹, Polona Hafner¹, Gregor Skoberne¹, Saša Ogorevc¹, Jožica Gričar¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

E-naslov: peter.prislan@gozdis.si

POUDARKI:

- Na enajstih hrastovih semenskih sestojih smo analizirali širine branik in anatomske-značilnosti lesa (npr. velikost lumnov trahej v ranem in kasnem lesu, porazdelitev trahej).
- Združevanje dendrokronoloških in anatomskih analiz omogoča podrobno razumevanje dolgoročnih odzivov hrasta doba in gradna na spreminjajoče okoljske razmere.

PREDAVANJE:

Okoljske razmere med rastno sezono vplivajo na debelinsko rast dreves, zato lahko letne prirastne plasti uporabimo za rekonstrukcijo preteklih podnebnih dogodkov in napovedovanje prihodnje produktivnosti gozdov. Ksilem (les) omogoča prevajanje vode in mehansko oporo, sezonska nihanja temperature in padavin pa vplivajo na anatomske značilnosti lesa, kot so velikost prevodnih elementov in debelina celičnih sten. Te spremembe se odražajo v spremenjeni gostoti, trdnosti in drugih fizikalno-mehanskih lastnostih lesa. Strukturne prilagoditve lesa so ključne za preživetje dreves in njihovo plastičnost v spreminjajočih se podnebnih razmerah. Učinki podnebnih sprememb bodo prostorsko raznoliki, zato so zanesljive informacije o odzivnosti hrastov, kot sta dob in graden, bistvene za napovedovanje prihodnje produktivnosti/vitalnosti teh vrst in kakovosti lesa.

Za podrobnejšo analizo odziva doba in gradna na spreminjajoče okoljske razmere smo raziskali širine letnih prirastnih plasti in lesno anatomske posebnosti. Analizo smo opravili v enajstih semenskih hrastovih sestojih. Izbrani so bili štirje semenski sestoji doba (Cigonca, Krakovski gozd, Murska šuma, Kolovrat), pet semenskih sestojev gradna (Kostanjek, Pasji rep, Pokošje, Koreno-les, Bukovnica) ter dva mešana sestoja (Volčje, Kobilje). Na vsaki lokaciji smo izbrali po 15 dreves ter s prirastoslovnim svedrom odvzeli po dva izvirka. Vzorce lesa smo v laboratoriju poskenirali

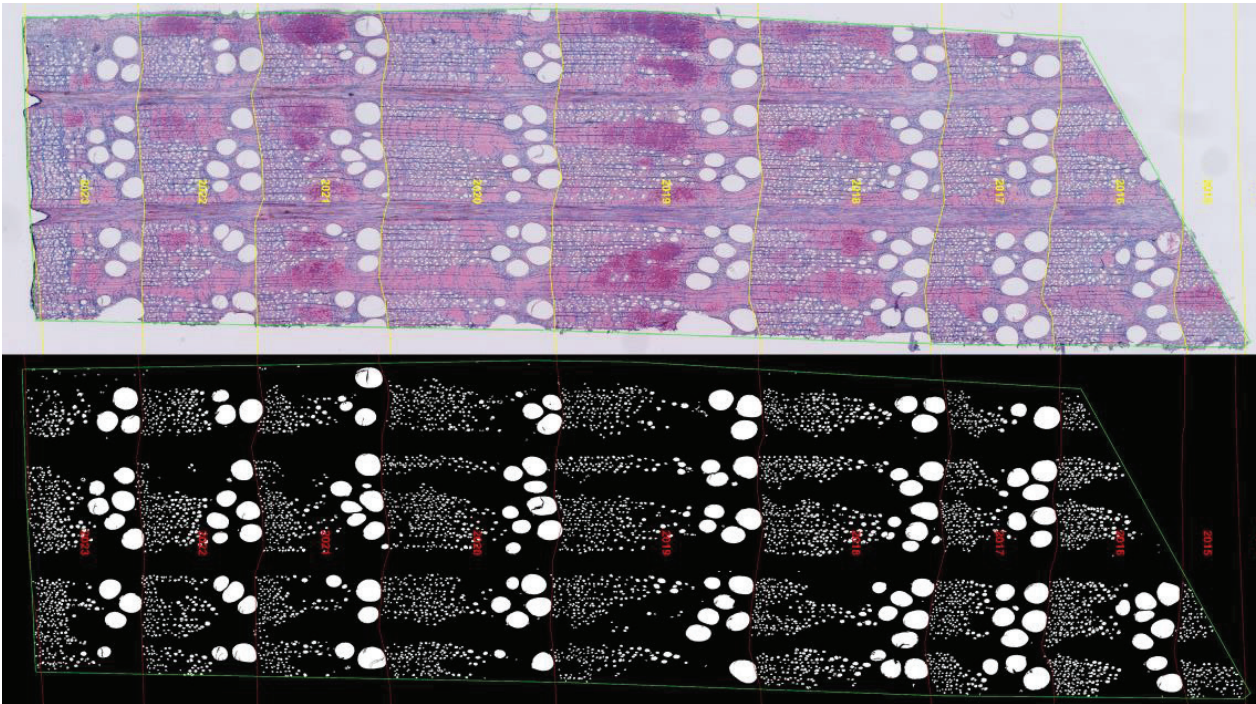
s pomočjo sistema Atrics (Levanič, 2008), jih izmerili z uporabo programov CooRecorder in CDendro (Maxwell in Larsson, 2021) ter jih datirali s pomočjo programa PAST-5 (SCIEM). Za namene anatomskih raziskav smo za vsako lokacijo izbrali po pet izvrtkov lesa, ki smo jih razrezali na 5–6 cm dolge segmente, ter izdelali rezine prečnih prereзов, obarvane z barvilom safranin in Astra modro. S pomočjo svetlobnega mikroskopa in sistema za analizo slike (Image Pro Plus in ROXAS) smo opravili natančne meritve morfoloških značilnosti posameznih lesnih celic znotraj letne prirastne plasti (npr. velikost lumnov, debelina celičnih sten) (Slika 1).

Na osnovi pridobljenih podatkov smo vzpostavili kronologije širin branik (Tabela 1 in Slika 2), ter lesno anatomske posebnosti (Slika 1 in 3), ki odražajo dolgoročne strukturne odzive hrastovih sestojev na lokalne okoljske razmere. Raziskava poudarja pomen združevanja dendrokronoloških in anatomskih raziskav za boljše razumevanje vpliva spreminjajočih se podnebnih razmer na nastajanje lesa in prilagoditveno sposobnost doba in gradna v Sloveniji.

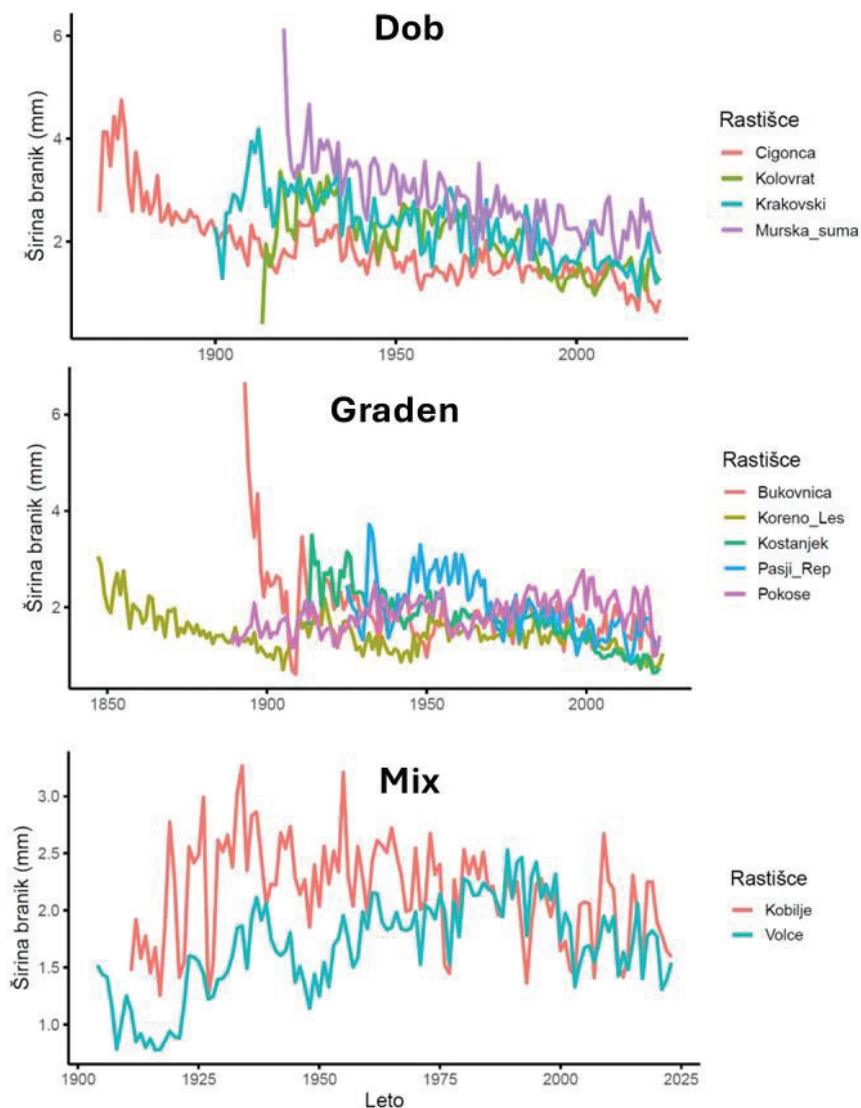
Tabela 1: Osnovne značilnosti posameznih kronologij.

	SESTOJ	ŠT. DREVES	STAROST	ZAČETNO LETO	ZADNJE LETO	POVP. KOR.	EPS
dob	Krakovski	16	124	1900	2023	0,64	0,91
	Cigonca	16	156	1868	2023	0,59	0,92
	Kolovrat	15	111	1913	2023	0,49	0,84
	Murska šuma	16	105	1919	2023	0,62	0,89
graden	Pokoše	14	135	1889	2023	0,53	0,87
	Bukovnica	16	131	1893	2023	0,65	0,93
	Kostanjek	14	111	1913	2023	0,52	0,80
	Koreno-Les	15	178	1847	2023	0,48	0,80
	Pasji rep	16	99	1925	2023	0,58	0,91
mix	Volče	15	120	1904	2023	0,55	0,84
	Kobilje	15	110	1914	2023	0,65	0,92

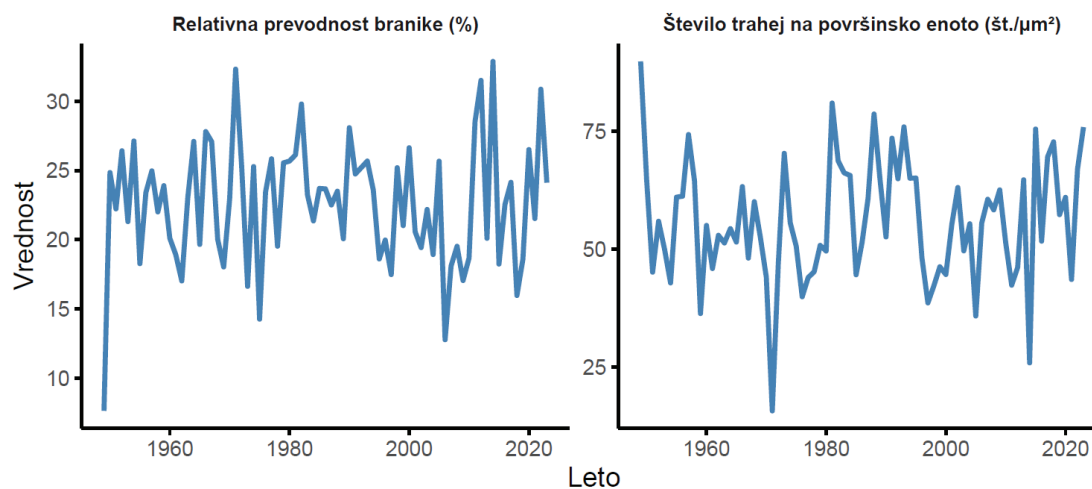
Slika 1: Analiza lesno-anatotskih posebnosti s pomočjo sistema za analizo slike (Image Pro Plus in ROXAS).



Slika 2: Lokalne kronologije za štiri semenske sestoje doba (Cigonca, Krakovski gozd, Murska šuma, Kolovrat), pet semenskih sestojev gradna (Kostanjek, Pasji rep, Pokošje, Koreno-les, Bukovnica) ter dva mešana sestoja (Volčje, Kobilje).



Slika 3: Kronologiji anatomskih posebnosti lesa na rastišču Cigonca.



LITERATURA IN VIRI:

Levanič T, 2008. ATRICS – A new system for image acquisition in dendrochronology. Tree-Ring Research 63(2):117-122.

Maxwell RS, Larsson L-A, 2021. Measuring tree-ring widths using the CooRecorder software application.

Dendrochronologia 67: 125841

KLJUČNE BESEDE:

hrastovi sestoji, graden, dob, lesni prirastki, rastno-klimatske zveze, drevesna anatomija

ZAHVALE:

Avtorji prispevka se zahvaljujemo sodelavcem Zavoda za gozdove za pomoč pri izbiri lokacij, zasebnim lastnikom in podjetju Slovenski državni gozdovi d.o.o. za dovoljenje izvedbe vzorčenja. Pripravo prispevka so omogočili Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS), raziskovalna programa P4-0430 in P4-0107 ter projekta: J4-4541 in J4-50130.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.006

Gostote lesa izvrtkov drevesnih vrst Slovenije: preliminarni rezultati

Iza Petek¹, Jožica Gričar¹, Luka Krajnc¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

E-naslov: iza.petek@gozdis.si

POUDARKI:

- Najvišje vrednosti gostote lesa v letu 2024 v povprečju dosega puhasti hrast (*Quercus pubescens*), najnižje pa zeleni bor (*Pinus strobus*).
- Uporaba rentgenske računalniške tomografije (CT) v kombinaciji s programsko opremo CarDen se je za analizo gostote lesa izvrtkov dreves v prvem letu izkazala za potencialno zanimivo tudi za prihodnje analize.

PREDAVANJE:

Gostota lesa ima ključno vlogo pri mehanskih, fizikalnih in tehnoloških lastnostih lesa (Zhang, 1997; Polanc in Leban, 2004; Krajnc in sod., 2020). Med drugim je pomemben kazalnik kakovosti lesa (Polanc in Leban, 2004; Krajnc in sod., 2020; Zhang in sod., 2020), bistvena je za ocenjevanje biomase in v raziskavah kroženja ogljika (Knapic in sod., 2014; Bouriaud in sod., 2015), izračune zalog le tega ter pri biomehaniki dreves in hitrosti razgradnje odmrle biomase (Chave in sod., 2009).

Za proučitev vpliva rastiščnih in sestojnih razmer na gostoto lesa najpogostejših drevesnih vrst v gozdovih po vsej državi smo analizirali 5 mm široke izvrtke lesa, odvzete v okviru vzorčenja na ploskvah Nacionalne gozdne inventure (NGI) v Sloveniji. Za pridobitev povprečnih vrednosti gostote lesa za odvzete vzorce smo na naših podatkih prvič uporabili rentgensko računalniško tomografijo (CT). Slike vzorcev, posnetih s skenerjem GE BrightSpeed Excel, smo analizirali s programsko opremo CarDen (Jacquin in sod., 2019).

Analiziranih je bilo skupno 621 izvrtkov dreves, ki pripadajo 19 različnim drevesnim vrstam. Največje vrednosti v povprečju dosega puhasti hrast (*Quercus pubescens*), in sicer 750 kg/m³, najnižje pa zeleni bor (*Pinus strobus*) s 410 kg/m³. Zanimivo je, da se povprečne vrednosti gradna (*Quercus petraea*) in doba (*Quercus robur*) razlikujejo za več kot 50 kg/m³. Povprečna vrednost za smreko (*Picea abies*) znaša 420 kg/m³, za jelko (*Abies alba*) 430 kg/m³, za bukev (*Fagus sylvatica*) pa 610 kg/m³.

LITERATURA IN VIRI:

Bouriaud O., Teodosiu M., Kirilyanov A. V., Wirth C. 2015. Influence of wood density in tree-ring-based annual productivity assessments and its errors in Norway spruce. *Biogeosciences*, 12, 20: 6205–6217, <https://doi.org/10.5194/bg-12-6205-2015>

Chave J., Coomes D., Jansen S., Lewis S. L., Swenson N. G., Zanne A. E. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12, 4: 351–366, <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>

Jacquin P., Mothe F., Longuetaud F., Billard A., Kerfriden B., Leban J.-M. 2019. CarDen: A software for fast measurement of wood density on increment cores by CT scanning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156: 606–617, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.008>

Knapic S., Pirralho M., Louzada J. L., Pereira H. 2014. Early assessment of density features for 19

Eucalyptus species using X-ray microdensitometry in a perspective of potential biomass production. *Wood Science and Technology*, 48, 1: 37–49, <https://doi.org/10.1007/s00226-013-0579-y>

Krajnc L., Hafner P., Vedenik A., Gričar J., Simončič P. 2020. Meritve gostote lesa v slovenskih gozdovih. *Gozdarski vestnik*, 78, 5–6, 234–241.

Polanc J., Leban I. 2004. Les – zgradba in lastnosti: učbenik za predmet Tvoriva v programu srednjega tehniškega oz. strokovnega izobraževanja za 1. letnik – lesarski tehnik. Ljubljana, Zveza lesarjev Slovenije, Lesarska založba, 176 str.

Zhang S. Y. 1997. Wood specific gravity - mechanical property relationship at species level. *Wood Science and Technology*, 31, 3: 181–191, <https://doi.org/10.1007/BF00705884>

Science and Technology, 31, 3: 181–191, <https://doi.org/10.1007/BF00705884>

Zhang S., Belien E., Ren H., Rossi S., Huang J.-G. 2020. Wood anatomy of boreal species in a warming world: a review. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 13, 2: 130, <https://doi.org/10.3832/for3230-013>

KLJUČNE BESEDE:

Gostota lesa, rentgenska tomografija, prirastoslovni izvrtki, Slovenija

ZAHVALE:

Zahvaljujemo se INRA centru za gostovanje, predvsem J.-M. Lebanu ter P. Jacquinu. Prav tako se zahvaljujemo terenskim ekipam za izvedbo vzorčenja ter financerju naloge JGS4, MKGP, ki je omogočilo izvedbo NGI v letu 2024. Izvedba je bila omogočena tudi s strani projekta Pridobivanje podatkov o spremembah zalog ogljika v živi in odmrli biomas v gozdovih, financirano s strani MKGP ter MOP. Dodatno je prispevek omogočila Programska skupina Gozdno-lesna veriga in podnebne spremembe: prehod v krožno biogospodarstvo (P4-0430, ARIS) ter projekt MR (607544, ARIS).

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.007

Strukturno-morfološki in fiziološki znaki kakovosti sadik za uporabo v praksi

Natalija Dovč¹, Jožica Gričar¹, Hojka Kraigher¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije

E-naslov: natalija.dovc@gozdis.si

POUDARKI:

- Kakovost sadik je za uspešno sadnjo in vzpostavitev bodočega gozda ključnega pomena
- Sistematičnega ocenjevanja kakovosti sadik v Sloveniji ni, vendar je vzpostavitev le tega nujna, pri čemer je bistveno opredeliti zanesljive kazalnike, ki bodo primerni za ocenjevanje kakovosti sadik na terenu

PREDAVANJE:

Obnova gozdov s sadnjo in setvijo postaja zaradi vse pogostejših ujem velikega obsega in pridruženih večletnih namnožitev podlubnikov vse pomembnejši ukrep. Za uspeh sadnje in vzpostavitev bodočega gozda je kakovost sadik izjemnega pomena. V Sloveniji kakovost sadik na splošno ocenjujemo med fitosanitarnimi pregledi, medtem ko sistematičnega ocenjevanja zaenkrat nimamo. Kakovost sadik je opredeljena z genetskimi, fiziološkimi in morfološkimi značilnostmi. Morfološke značilnosti, čeprav ne dajejo neposredne informacije o fiziološkem stanju sadike, pa predstavljajo odraz fiziološkega odziva sadike na okolje. V okviru projekta Ukrepi za ohranjanje biotske raznovrstnosti v gozdnih ekosistemih (CRP V4-2222) tretje leto spremljamo različne morfološke in fiziološke kazalnike rasti in razvoja sadik bukve, doba in gradna, ob koncu rastne sezone 2025 pa bomo analizirali še strukturno-anatomske parametre sadik. Na podlagi zbranih podatkov bomo določili stopnjo povezanosti fizioloških parametrov s strukturno-morfološkimi znaki sadik. Tekom izvajanja monitoringa smo se seznanili z nekaterimi pomanjkljivostmi izbranih kazalnikov spremljanja, kar bo ob končni analizi rezultatov prispevalo k presoji ustreznosti kazalnikov za ocenjevanje kakovosti sadik na terenu.

KLJUČNE BESEDE:

obnova gozdov, sadnja, kakovost sadik, morfološke in fiziološke značilnosti sadik

ZAHVALE:

Pri izvedbi terenskega dela in pripravi besedil so sodelovali Melita Hrenko, Barbara Štupar, Gregor Skoberne, Veronika Gabrovšek, Saša Ogorevc in dr. Tina Unuk Nahberger. Vsebine sofinancirajo V4-2222, J4-4541, JGS naloga 3 ter P4-0107 in P4-0430.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.008

Raznolikost in sestava talnega mikrobioma med procesi naravne obnove v jelovo-bukovem gozdu

Nataša Šibanc¹, Petr Baldrian², Vendula Brabcová², Janez Kermavnar¹,
Hojka Kraigher¹, Lado Kutnar¹, Tijana Martinović^{1,2}, Martina Štursová²,
Tanja Mrak¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

2 Institute of Microbiology of the CAS, Vídeňská 1083, 142 20 Prague, Češka republika

E-naslov: natasa.sibanc@gozdis.si

POUDARKI:

- Posek drevja (50% in 100% lesne zaloge) značilno vpliva na strukturo in funkcijo glivnih združb ter na dekompozicijski potencial tal tudi po 13 letih.
- Vsebnost hranil v tleh ima pomemben vpliv na procese v tleh.
- Na Trnovskem gozdu, kjer je visoka vsebnost N in P ter višji pH kot na ostalih območjih, je v tleh večja biomasa bakterij in arbuskularnih mikoriznih gliv ter večji potencial razgradnje organske snovi.

POSTER:

Gozdovi vsebujejo velike zaloge ogljika in v veliki meri prispevajo h globalnemu shranjevanju ogljika. Posek drevja v gozdovih in naravne motnje predstavljajo pomembne dogodke v razvoju ekosistema, ki lahko gozdna tla spremenijo v začasni vir ogljika. Poleg tega gospodarjenje z gozdovi spreminja biotsko raznovrstnost talnih mikrobov in vpliva na različne skupine talnih mikrobov ter procese, v katerih sodelujejo. Z našo raziskavo smo želeli ovrednotiti učinke gozdnogojitvenih ukrepov na procese v tleh v začetnih fazah naravne obnove. Tla smo vzorčili v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih (*Omphalodo-Fagetum* s. lat.) na območju visokih kraških planot Kočevski Rog, Snežnik in Trnovski gozd, kjer je bilo v okviru projekta Life+ ManFor C.BD (LIFE09 ENV/IT/000078, 2010-2016). V vrtačah na vsakem območju je bilo izbranih po devet raziskovalnih objektov (Kutnar et al., 2015). Na tretjini vseh objektov je v sestoji prevladovala bukev, na tretjini jelka in na tretjini smreka. Na objektih so bili v letu 2012 izvedeni gozdnogojitveni ukrepi (zmanjšanje celotne lesne zaloge za 0 % - kontrola, 50 % in 100 %). Trinajst let po poseku drevja smo v tleh analizirali mikrobovno biomaso (PLFA, NLFA), mikrobovno združbo (bakterije 16S rRNA, glive ITS2

in arbuskularne mikorizne glive 18S), sestavo rastlinske združbe analizirano iz korenin rastlin (trnA, HT sekvenciranje Illumina) ter popis rastlinskih vrst po vertikalnih plasteh vegetacije (2012, 2014, 2018 in 2023). Dodatno smo analizirali tudi potencial mikrobne razgradnje celuloze s pomočjo mrežastih vrečk, njihovo aktivnost (potencialno aktivnost zunajceličnih encimov) in fizikalno-kemijske lastnosti tal. Na sestavo mikrobnih združb 13 let po poseku drevja je značilno vplivala lokacija, medtem ko vpliva intenzitete gozdnogojitvenega ukrepa nismo opazili. Posek drevja (50% in 100% lesne zaloge) pa je značilno vplival na strukturo in funkcijo glivnih združb ter na dekompozicijski potencial tal, čeprav razlik med intenziteto sečnje nismo opazili. Vpliva sečnje na združbe bakterij in arbuskularno mikoriznih gliv nismo opazili. Na procese v tleh je imela pomemben vpliv vsebnost hranil v tleh. Na Trnovskem gozdu, kjer je visoka vsebnost N in P ter višji pH, smo v tleh zasledili večjo biomaso bakterij in arbuskularnih mikoriznih gliv ter večji potencial razgradnje organske snovi v tleh. Intenziteta posega v gozdne sestoje se je odražala tudi na mikrobni biomasi in encimski aktivnosti. Z rezultati naše študije bomo prispevali k boljšemu razumevanju vpliva

gospodarjenja z gozdovi in naravnih procesov obnove na mikrobne procese v tleh.

LITERATURA IN VIRI:

Kutnar, L., Eler, K., Marinšek, A., 2015. Effects of different silvicultural measures on plant diversity - the case of the Illyrian *Fagus sylvatica* habitat type (Natura 2000). iForest 9, 318-324. <https://doi.org/10.3832/for1587-008>

KLJUČNE BESEDE:

Mikrobne združbe, HTS, sečnja, bukev, naravna obnova

ZAHVALE:

ARIS projekt J4-4542 »Naravni procesi obnove v bukovih gozdovih po motnjah« in programska skupina P4-0107 »Gozdna biologija, ekologija in tehnologija«.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.009

Izcedne talne vode kot potencialni vir informacij o biotski pestrosti tal

Tine Grebenc (vodja projekta)³, Nataša Šibanc³, Nejc Suban³,
Nataša Ravbar^{1,2}, Metka Petrič^{1,2}, Uroš Novak^{1,2}, Janez Kermavnar³,
Lado Kutnar³, Aleksander Marinšek³, Daniel Žlindra³, Blaž Kogovšek^{1,2},
Erika Kozamernik³, Cyril Mayaud^{1,2}, Tanja Pipan^{1,2}, David Štefanič³, Sara
Skok^{1,2}, Janez Mulec^{1,2}, Stanka Šebela^{1,2}, Urša Vilhar³, Tijana Martinović^{3,4}

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

2 UNESCO Chair on Karst Education, University of Nova Gorica, Glavni trg 8, 5271 Vipava, Slovenia

3 Karst Research Institute ZRC SAZU, Titov trg 2, SI-6230 Postojna, Slovenia

4 Laboratory of Environmental Microbiology, Institute of Microbiology of the Czech Academy of Sciences,
Videnska 1083, Prague, 142 20, Czechia

E-naslov: nejc.suban@gozdis.si

POUDARKI:

- Izbira ekstrakcijskega kita in para primerjev pomembno vpliva na količino pomnožene eDNA
- Pomnoževanje nekaterih regij DNK ni bilo uspešno; velik delež netarčne identifikacije amplikonov regije COI
- eDNA nevretenčarjev v vzorcih podzemnih vod je v primerjavi s padavinsko in talno vodo razkrila najnižjo vrstno pestrost
- Ob uporabi različnih referenčnih podatkovnih baz za identifikacijo OTU smo dobili primerljive rezultate o biodiverziteti, a različne relativne deleže prisotnih taksonov v vzorcih

POSTER:

Biotska raznovrstnost je pomembno vpliva na delovanje in sposobnost prilagajanja talnih ekosistemov na okoljske spremembe. Državne raziskovalne ustanove monitoring kemijskih, fizikalnih in bioloških lastnosti tal z različnimi rabami (gozdovi, obdelovalna tla, trajni nasadi, pašniki, travniki) izvajajo že vrsto let, v zadnjem času, pa se v sklopu projektov, pod okriljem Evropske strategije za tla do leta 2030 (EU Soil Strategy for 2030), vse pogosteje vključuje tudi zajemanje podatkov o biotski raznovrstnosti. Okoljska DNK (eDNA) predstavlja celoten nabor DNK v posameznem okolju, vključno z izvenceličnimi ostanki genetskega materiala, ki so v tleh lahko adsorbirani na mineralnih ali organskih delcih in raztopljeni v vodi, s katero potujejo po vertikalnem profilu tal. Uporaba metod metabarkodiranja eDNA lahko izboljša spremljanje vrstne pestrosti v tleh, predvsem pestrosti mezo- in makrofavne,

katerih osebki se pogosto pojavljajo v manjših gostotah in so bolj mobilni. V sklopu projekta »Izcedne talne vode kot potencialni vir informacij o biotski raznovrstnosti tal (J4-3098)« smo testirali različne kite za ekstrakcijo eDNA (Quiagen, NucleoSpin, Promega, Centrikon) ter izmerili količine pomnožene eDNA v padavinski in talni vodi z uporabo parov primerjev: 1391f/eukBr, 341F/805r in BG3/BR2. Z uporabo diverzitetnih indeksov smo ocenili vrstno pestrost nevretenčarjev, zajeto iz različnih vodnih vzorcih (padavinske vode, talna voda vzorčena z lizometrom in podzemne vode).

LITERATURA:

Hermans S. M, Buckley H.L, Lear G. Optimal extraction methods for the simultaneous analysis of DNA from diverse organisms and sample types, 2018. Mol Ecol Resour. 2018, 18(3):557-569. doi: 10.1111/1755-0998.12762.

Porter, T.M., & Hajibabaei, M., 2018. Automated high throughput animal CO1 metabarcoding classification. *Scientific Reports*, 8, 4226.

Ruppert, K. M., Kline, R.J., Rahman, M.S., Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: a systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA, 2019. *Global Ecology and Conservation* 17, e00547.

KLJUČNE BESEDE:

Okoljska DNK, talna biodiverziteta, talni nevretenčarji, izcedna voda, kiti za ekstrakcijo DNK

ZAHVALE:

Vsebine sofinancirata projekt Izcedne talne vode kot potencialni vir informacij o biotski raznovrstnosti tal (J4-3098) in raziskovalni program P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.010

Projekt FarmBioNet – Meddržavna mreža za biodiverziteti prijazno kmetovanje in gozdarjenje

FarmBioNet - Farmer-focused Biodiversity and Agricultural Knowledge Network

**Tine Grebenc¹, Nataša Šibanc¹, Nejc Suban¹, Primož Simončič¹,
Saorla Kavanagh (vodja projekta)², konzorcij projekta FarmBioNet³**

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

² Teagasc, Oak Park, Carlow, R93 XE12, Irska

³ <https://farmbionet.eu/our-partners/>

E-naslov: tine.grebenc@gozdis.si

POUDARKI:

- Mreža FarmBioNet je namenjena premoščanju vrzeli v znanju o biotski raznovrstnosti in kmetijstvu, s ciljem spodbujanja biotski raznovrstnosti prijaznega kmetijstva (Biodiversity-Friendly Farming - BFF)
- Gozdarski inštitut Slovenije je edina partnerska institucija v Sloveniji.

PREDAVANJE:

Mreža FarmBioNet je namenjena premoščanju vrzeli v znanju o biotski raznovrstnosti in kmetijstvu, s ciljem spodbujanja biotski raznovrstnosti prijaznega kmetijstva (Biodiversity-Friendly Farming - BFF). Mreža temelji na skupini, organizirani v okviru FG 47 (DG AGRI) »*Enhancing biodiversity on farmland through high-diversity landscape features*«, in deluje ter se financira pod okriljem projekta FarmBioNet (*Farmer-focused Biodiversity and Agricultural Knowledge Network*).

Cilji meddržavne mreže FarmBioNet so (1) združiti in deliti praktična znanja s področja biodiverziteti prijaznega kmetovanja in gozdarjenja, (2) zagotoviti inovativno upravljanje, opazovanje okolja in digitalne rešitve za podporo evropskemu zelenemu dogovoru (EU Green Deal), (3) vzpostaviti in ohranjati komunikacijo in izmenjavo znanj na načine, ki so dostopni in razumljivi kmetom in gozdarjem ter (4) grajenje zaupanja med udeleženci mreže za Znanje in inovacije v Kmetijstvu v okviru AKIS (Organizacija za deljenje znanja med osebami, organizacijami in inštituti, ki delujejo na področju kmetijstva in v povezanih panogah; več o AKIS: <https://skp.si/akis>). Glavni rezultat projekta bodo nacionalne mreže na temo kmetijstva in biodiverzitet z namenom, olajšanja izmenjave tradicionalnih znanj in

ukrepov, ki dokazano podpirajo biotsko raznovrstnost na kmetijah (EU-FarmBook - <https://eufarmbook.eu/en>) ter vključevanja kmetovalcev, kmetijskih organizacij, raziskovalcev, svetovalcev in drugih ustreznih akterjev.

LITERATURA IN VIRI:

<https://farmbionet.eu/>

Šibanc N, Suban N, Simončič P, Grebenc, T (2025). FarmBioNet–Meddržavna mreža za kmetijstvo in biodiverzitetu. Uvodno srečanje projekta FarmBioNet, Gozdarski inštitut Slovenije, Lj., 20. 3. 2025.

KLJUČNE BESEDE:

FarmBioNet, biodiverzitetu, kmetijstvo, gozdarstvu. Mednarodna mreža, EU projekt

ZAHVALE:

Vsebine sofinancirata projekt FarmBioNet (European Union's Horizon Europe Framework Programme, projekt No. 101082102) in raziskovalni program P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.011

Ugotavljanje prisotnosti in številčnosti prostoživečih živali kot del aktivnosti pri ohranjanju biodiverzitete gozdnih in kmetijskih ekosistemov na območju Krasa

Katarina Flajšman¹, Aleksander Marinšek¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije

E-naslov: katarina.flajzman@gozdis.si

POUDARKI:

- Stanje gozdnih in kmetijskih ekosistemov na območju Krasa
- Spremembe v prostoru in spremembe v populacijah vrst prostoživečih živali

PREDAVANJE:

V okviru raziskave želimo raziskati trenutno stanje gozdnih in kmetijskih ekosistemov na pilotnem območju na Krasu (občina Komen), pri čemer se med drugim osredotočamo na prostoživeče živali (s poudarkom na divjadi). Iz pregleda literature in arhivskih podatkov za širše območje (Primorsko Lovsko upravljavsko območje) je razvidno, da je v zadnjih stotih letih prišlo do velikih sprememb v vrstni in številčni sestavi določenih vrst prostoživečih živali (Weber, 2013). Če se omejimo na zadnje 10-letno obdobje pa vidimo, da se spremembe dogajajo še danes. Podatki o odvzemu velike divjadi kažejo na zelo veliko zmanjšanje številčnosti srnjadi, saj se je odvzem srnjadi iz 275 v letu 2013 zmanjšal na le 22 osebkov v letu 2023. Pri divjem prašiču trendi kažejo na naraščanje populacije, so pa pri njem tudi značilna medletna nihanja. Odvzem se je povečal tudi pri jelenjadi. Na pilotnem območju podatki kažejo tudi na velik porast v številčnosti šakala (Oslis, 2025). Poleg analiz podatkov o odvzemu smo prisotnost vrst ugotavljali tudi s pomočjo fotopasti, s katerimi smo potrdili prisotnost naslednjih vrst prostoživečih živali: divji prašič (*Sus scrofa*), navadni jelen (*Cervus elaphus*), evropska srna (*Capreolus capreolus*), lisica (*Vulpes vulpes*), šakal (*Canis aureus*), poljski zajec (*Lepus europaeus*), divja mačka (*Felis silvestris*), jazbec (*Meles meles*), kuna (*Martes*), sloka (*Scolopax rusticola*), rasa mlakarica (*Anas platyrhynchos*), siva čaplja (*Ardea cinerea*) in druge. Lovski sistem vodenja evidenc o odvzemu divjadi in uporaba fotopasti sta pomembni metodi za spremljanje prisotnosti in posledično biotske pestrosti nekaterih vrst prostoživečih živali.

LITERATURA IN VIRI:

Weber, T. (2013). Sprememba favne kot posledica zaraščanja Krasa v zadnjih sto letih: diplomsko delo - visokošolski strokovni študij. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Gozdarski inštitut Slovenije. (2025). Osrednji Slovenski Lovsko-Informacijski Sistem (OSLIS)

KLJUČNE BESEDE:

prostoživeče živali, divjad, fotopasti, Kras, občina Komen

ZAHVALE:

Prispevek je nastal v okviru raziskav, ki jih izvajamo v okviru projekta FoRESiT in v okviru projekta CRP V4-2412: *Identifikacija in presoja antropogenih vplivov na habitate divjadi*.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.012

Avtomatizacija pelodne analize slovenskega medu z uporabo umetne inteligence

Lana Nastja Anžur¹, Martin Jurkovič², Adrian Mladenič Grobelnik²,
Jaka Godejša³, Živa Alif⁵, Miha Humar⁴, Ivan Bratko²

1 Laboratorij za dediščinsko znanost, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani, Slovenija

2 Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, Slovenija

3 Fakulteta za turistične študije - Turistica, Univerza na Primorskem, Slovenija

4 Oddelek za lesarstvo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Slovenija

5 Oddelek za zootehniko, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Slovenija

PREDAVANJE:

Slovensko čebelarstvo ima izjemno bogato tradicijo, ki sega v 18. stoletje, ko je Anton Janša, učitelj čebelarstva na dvoru Habsburške monarhije, napisal prve znanstvene priročnike o čebelarstvu. Ta dediščina, ki je bila leta 2022 vpisana na UNESCO seznam nesnovne kulturne dediščine človeštva, ostaja temelj narodne identitete ter predstavlja dragoceno izhodišče za znanstveno raziskovanje in digitalne inovacije.

V okviru projekta nameravamo razviti umetno-inteligenčno orodje za avtomatsko prepoznavo pelodnih zrn v slovenskih vrstah medu. S tem bomo naslovili eno ključnih ozkih grl v postopku potrjevanja geografskega in botaničnega izvora medu – pelodno analizo, ki se danes izvaja ročno, je časovno zahtevna in močno odvisna od izkušenj redkih strokovnjakov.

Načrtujemo, da bomo v prvi fazi projekta s pomočjo digitalnega 3D mikroskopa Hirox zajeli slike pelodnih zrn iz vzorcev slovenskega medu, ki jih bodo pripravili študenti ob strokovni podpori izkušenih čebelarjev in raziskovalcev. Te slike bomo označili glede na rastlinsko vrsto in jih vključili v odprtokodno podatkovno zbirko, ki bo služila kot učni niz za algoritem umetne inteligence. Na tej osnovi bomo razširili obstoječi prototip za klasifikacijo dvajsetih najpogostejših vrst peloda, prisotnih v slovenskem medu.

S projektom bomo vzpostavili model za hitro, zanesljivo in standardizirano pelodno analizo, ki bo bistveno pripomogla k boljši sledljivosti, zaščiti geografskih označb ter krepitvi zaupanja potrošnikov. Raziskava je del izobraževalnih aktivnosti Ameriško-slovenske izobraževalne fundacije ASEF, pod mentorstvom prof. dr. Mihe Humarja in prof. dr. Ivana Bratka. Pri projektu sodelujeta tudi Slovenska

Čebelarska Zveza, Slovenska Čebelarska Akademija ter Laboratorij za dediščinsko znanost na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

LITERATURA IN VIRI:

Debelak, A. (2023). Poročilo o izvajanju programa podintervencije: analiza čebeljih pridelkov za leto 2023. Čebelarska zveza Slovenije, Lukovica. European Parliament & Council. (2001). Directive 2001/110/EC of the European Parliament and of the Council of 20 December 2001 on honey. Official Journal of the European Union, L 10, 47–52. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32001L0110> Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2007).

Pravilnik o medu. Uradni list RS, št. 4/2011.

de Groot, M., Ogris, N., 2019. Short-term forecasting of bark beetle outbreaks on two economically important conifer tree species. Forest Ecology and Management 450, 117495. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117495>

KLJUČNE BESEDE:

umetna inteligenca, med, pelodna analiza

ZAHVALE

Vsi člani raziskovalnega tima se iskreno zahvaljujemo za pomoč in strokovno podporo g. Aljažu Debelaku iz Čebelarske Zveze Slovenije ter Ibrahimu Elrefaeyu iz Laboratorija za dediščinsko znanost, za sodelovanje pa Čebelarski zvezi Slovenije ter Slovenski Čebelarski

Akademiji. Raziskava je del izobraževalnih aktivnosti Ameriško-slovenske izobraževalne fundacije ASEF, pod mentorstvom prof. dr. Mihe Humarja in prof. dr. Ivana Bratka.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.013

Javnost in ekosistemske storitve gozdov v prostoru: ali se razpoložljivost ujema s povpraševanjem?

Kaja Plevnik¹, Anže Japelj¹, Anže Martin Pintar¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije

E-naslov: kaja.plevnik@gozdis.si

POUDARKI:

- Pri splošni javnosti smo preverili preference do ekosistemskih storitev (ES) in na njih temelječih proizvodih in storitvah ter identificirali območja izrazitih preferenc.
- Ugotovili smo statistično značilne razlike v potencialni razpoložljivosti med površino znotraj in zunaj območij izrazitih preferenc za vse štiri ES.
- Na podlagi primerjave potencialne razpoložljivosti ES in preferenc javnosti do le teh, smo identificirali katere in kje bi jih bilo smiselno krepi.

PREDAVANJE:

Ocena zmogljivosti ekosistemov za zagotavljanje ES in vključevanje javnosti ter njihovih potreb po ES, je ključno za uspešno izvajanje politik povezanih z gozdovi znotraj Evropskega zelenega dogovora (EC, 2019). Izvedli smo nacionalno raziskavo mnenj in stališč splošne javnosti (n=813) v Sloveniji, katere osrednji del predstavlja poskus diskretne izbire, s katerim smo ugotavljali preference javnosti do možnih sprememb v razpoložljivosti ES in proizvodov in storitev, ki na njih temeljijo. Rezultati tega dela raziskave so nam skupaj s krajem prebivališča anketirancev in uporabo Moranove statistike I omogočili opredelitev območij izrazitih preferenc do ES, bodisi pozitivnih bodisi negativnih. Na podlagi biofizikalnih kazalnikov smo ocenili potencialno razpoložljivost ES. Ugotovili smo statistično značilne razlike v potencialni razpoložljivosti med območji znotraj in zunaj območij izrazitih preferenc za vseh sedem vrst preferenc. V nadaljevanju smo primerjali preference javnosti s potencialno razpoložljivostjo ES in ugotovili tri primere (visokokakovostni les, strogo zavarovani gozdovi in gozdni turizem), v katerih se visoka potencialna razpoložljivost ES ujema z izrazitimi pozitivnimi preferencami na istem območju. Ta območja bi morala biti prioriteta za ukrepanje z namenom povečanja razpoložljivosti ES, saj je to z ekološkega vidika možno obenem pa zaželeno s strani javnosti.

LITERATURA IN VIRI:

EC (2019) The European Green Deal.
<https://eur-lex.europa.eu/legal content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN>. Accessed 1 Apr 2025

KLJUČNE BESEDE:

Ekosistemske storitve gozda, preference javnosti, potencialna razpoložljivost ekosistemskih storitev gozda, prostorsko ujemanje, z gozdom povezane politike.

ZAHVALA:

Raziskava je nastala v okviru programa mladih raziskovalcev Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS in raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107).

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.014

BArCH-Wood: Spremljanje občutljivosti arheološkega lesa na spremembe tal zaradi podnebnih vplivov

Nejc Golob¹, Igor Srnel Purič², Ambrož Rupnik³, Alen Iršič², Jan Matoh⁴, Adam Modic⁴, Nina Bratušek², Zvonka Janežič², Agni Prijatelj¹, Marko Zupan¹, Špela Pok⁴, Lana Nastja Anžur^{4*}

1 Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Slovenija

2 Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Slovenija

3 Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Slovenija

4 Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani, Slovenija *

E-naslov: LanaNastja.Anzur@fkkt.uni-lj.si

Projekt BArCH-Wood združuje osem študentov in pet mentorjev iz področij arheologije, lesarstva, kemije in pedologije, s ciljem raziskati vpliv podnebnih sprememb na ohranitev pokopanega lesa v barjanskih tleh, zlasti na primeru Ljubljanskega barja. Barje, ki velja za eno najpomembnejših arheoloških najdišč zaradi izjemne ohranjenosti organskega materiala iz preteklosti, omogoča preučevanje koliščarskih naselbin, starih več kot 7000 let. Stalno mokro in anaerobno okolje tam preprečuje razkroj lesa, kar pa se ob spremembah – kot so izsuševanje ali izkopavanja – hitro spremeni.

V sklopu projekta smo na različnih globinah v testnem pedološkem profilu zakopali vzorce arheološkega lesa iz najdišč na Ljubljanskem barju in njihove recentne ekvivalente ter jih opremili s senzorji za merjenje temperature in relativne vlažnosti lesa ter tal. Meritve, obravnavane v prispevku, so potekale na 12 ur med 13. junijem in 28. avgustom 2024, v okviru projekta pa nadaljujemo z zbiranjem podatkov za časovno obdobje 12 mesecev.

Talne in kemijske analize za izbrano vmesno obdobje so razkrile raznolikost talnih horizontov, vpliv antropogenega nasutja materiala in razlik v organski snovi tal, različne pH vrednosti talnih horizontov ter razliko v C/N razmerjih. Vsi ti dejavniki različno intenzivno vplivajo na razgradnjo lesa.

Rezultati kažejo, da temperature in vlažnost tal ter lesa upadajo z globino, pri čemer so spremembe na površju izrazitejše; obenem pa prihaja do jasni razlik med obravnavanimi vrstami lesa hrasta in jesena.

Podatki omogočajo boljše razumevanje tveganj za ohranitev zakopanega lesa glede na podnebne spremembe, kar odpira možnosti za razvoj trajnostnih konservatorskih strategij – npr. stalno spremljanje vlažnosti na ogroženih najdiščih in pravočasno ukrepanje. Poleg tega projekt prispeva k razumevanju dinamike interdisciplinarnega raziskovanja in deluje kot pilotna študija za morebitno širšo uporabo metod na mokrotnih arheoloških najdiščih.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.015

Naslavljanje podnebnih izzivov preko valorizacije lesa poškodovanega v ujmah v Alpsko-Jadranski regiji

Eli Keržič¹, Boštjan Lesar¹, Jožica Gričar², Polona Hafner², Bernard Likar³, Elisa Beltramini⁴, Carlo Piemonte⁴, Stefania Silvestri⁵, Miha Humar^{1*}

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

² Gozdarski inštitut Slovenije

³ Lesarski grozd

⁴ Legno Servizi Forestry Cluster FVG

⁵ Cluster Legno, Arredo E Sistema Casa FVG

E-naslov: miha.humar@bf.uni-lj.si

POUDARKI:

- Projekt naslavlja rastoči problem poškodovanih gozdov zaradi lubadarja in vremenskih ekstremov. Osredotoča se na raziskave in razvoj metod, s katerimi se les nižje kakovosti predela in nadgradi v uporabne in trajnostne izdelke.
- S spodbujanjem uporabe domačih, obnovljivih materialov ter vključevanjem naprednih tehnik obdelave lesa projekt prispeva k zmanjšanju okoljskega odtisa in dolgoročni odpornosti regije na podnebne spremembe.
- Sodelovanje med slovenskimi in italijanskimi partnerji omogoča izmenjavo najboljših praks, razvoj skupnih strategij ter povezovanje raziskovalcev, podjetij, oblikovalcev politik in študentov v trajnostno usmerjeno mrežo.

UVOD

Projekt WoodInnovate poteka v okviru programa Interreg Slovenija Italija in odgovarja na pereče izzive, ki jih podnebne spremembe povzročajo v gozdno-lesni verigi znotraj Alpsko-Jadranske regije. Ta regija se vse pogostejše sooča z ekstremnimi vremenskimi pojavi, kot so neurja, suše in vročinski valovi, ki povzročajo obsežne poškodbe gozdov in povečujejo pojavnost škodljivcev, zlasti lubadarja. Povečana pojavnost teh pojavov ne vodi le v izgubo zelo kakovostnega lesa, ampak tudi v poslabšanje ekosistemskih storitev in ekonomske izgube.

CILJI IN PRISTOPI

Glavni cilj projekta WoodInnovate je valorizacija lesa, ki je bil poškodovan zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov in napadov škodljivcev, predvsem lubadarja. Projekt obravnava izziv kot priložnost za razvoj trajnostnih in inovativnih rešitev, ki bi omogočile ponovno uporabo tega materiala v vrednostnih verigah lesno-predelovalne industrije.

Projekt temelji na več komponentnem znanstvenem pristopu, ki vključuje:

- Analizo vplivov podnebnih sprememb na sestavo gozdov, kakovost lesa in gozdne ekosisteme.
- Raziskave fizikalnih in kemičnih lastnosti lesa poškodovanega zaradi podnebnih ekstremov.
- Razvoj in preizkus inovativnih metod modifikacije lesa, s ciljem njegove uporabe v zahtevnejših aplikacijah.
- Oblikovanje prototipov lesenih urbanih elementov, ki bodo prikazani javnosti in deležnikom kot demonstracijski rezultat.
- Vzpostavitev čezmejnega sodelovanja med institucijami, podjetji, grozdi, zadrugami in izobraževalnimi ustanovami za prenos znanja in izmenjavo dobrih praks.

INOVATIVNOST

Ena ključnih značilnosti projekta je usmerjenost v nadgradnjo manjvrednega lesa skozi tehnološke in oblikovalske inovacije. Projekt ne temelji zgolj na osnovni predelavi lesa, temveč na vključitvi postopkov, kot so termična in kemična

modifikacija, impregnacija ter izdelava kompozitov. S tem se odpira možnost uporabe tako obdelanega lesa v izdelkih višje dodane vrednosti, kot so trajni gradbeni elementi in urbana oprema.

Druga pomembna inovacija je uporaba interdisciplinarnega in čezmejnega pristopa. Sodelovanje raziskovalnih ustanov in industrijskih deležnikov iz Italije in Slovenije omogoča sinergijo znanj, kar je ključno za oblikovanje skupne strategije prilagajanja podnebnim spremembam v celotni regiji.

KLJUČNE AKTIVNOSTI IN PRIČAKOVANI REZULTATI

Projekt vključuje več ključnih delovnih paketov (WP), osredotočenih na:

- Zbiranje in analiza podatkov o gozdnih virih v regiji ter klasifikacijo poškodovanega lesa glede na njegov potencial za nadaljnjo uporabo.
- Tehnološke inovacije – testiranje postopkov za izboljšanje mehanskih in estetskih lastnosti manjvrednega lesa.
- Oblikovanje prototipov in njihovo implementacijo v javnem prostoru kot del promocije uporabe domačega, lokalnega lesa.
- Izobraževanje in diseminacija, vključno z razvojem mikrodokazil, delavnic, seminarjev ter znanstvenih in poljudnih objav.
- Vzpostavitev dolgoročne čezmejne mreže, ki bo podpirala nadaljnje raziskave, inovacije in uporabo rezultatov po zaključku projekta.

PRIČAKOVANI REZULTATI VKLJUČUJEJO:

- Strategijo za zmanjševanje škode v gozdovih zaradi ekstremnih dogodkov.
- Pilotne ukrepe za predelavo poškodovanega lesa.
- Povečanje števila organizacij, ki bodo nadaljevale sodelovanje tudi po koncu projekta.
- Vzpostavitev mikrodokazil kot orodja za prenos znanja.

PARTNERSTVO

Projektni konzorcij vključuje šest ključnih partnerjev:

Univerza v Ljubljani (Biotehniška fakulteta) kot vodilni partner z raziskovalno in razvojno podporo.

Lesarski grozd kot povezovalac industrije, deležnikov in diseminator znanja.

Forestry Cluster FVG (Legno Servizi) in WOOD FURNITURE HOME CLUSTER FVG kot italijanska partnerja, osredotočena na regionalno valorizacijo in industrijsko povezovanje.

Gozdarski inštitut Slovenije, ki skrbi za znanstveno podporo ter komunikacijo z gozdarsko stroko.

Pridruženi partnerji, kot je Direktorat za lesarstvo RS, podpirajo strateške in politične povezave.

DRUŽBENI IN OKOLJSKI POMEN

Projekt WoodInnovate ima pomembne družbene in okoljske vplive. Z zmanjševanjem lesnih odpadkov in nadomestitvijo neobnovljivih virov z obnovljivimi gradniki spodbuja trajnostno gospodarstvo. Poleg tega povečuje odpornost regije na podnebne spremembe s sistematično valorizacijo poškodovanega lesa, hkrati pa izboljšuje konkurenčnost lokalnih podjetij z uvajanjem inovacij in čezmejnega sodelovanja.

Promocijske aktivnosti, ki vključujejo tako izobraževalne ustanove kot podjetja in javne institucije, prispevajo k večji ozaveščenosti o pomenu trajnostnega upravljanja z gozdovi ter pomenu inovativne uporabe naravnih virov.

ZAKLJUČEK

Projekt WoodInnovate pomeni strateški korak k integraciji znanstvenih raziskav, industrijskih rešitev in trajnostnega razvoja v regiji, ki je močno pod pritiskom podnebnih sprememb. Z valorizacijo poškodovanega lesa se ne rešujejo le okoljski problemi, temveč se ustvarjajo tudi nove gospodarske priložnosti in temelji za dolgoročno odpornost gozdno-lesne verige. Projekt predstavlja model dobre prakse za druge regije EU in odpira pot nadaljnjemu razvoju inovacij na področju trajnostne uporabe lesa.

KLJUČNE BESEDE:

Podnebne spremembe, Poškodovan les, Trajnostno gospodarjenje z gozdovi, Inovativna raba lesa, Čezmejno sodelovanje

KEYWORDS:

Climate change, Damaged wood, Sustainable forest management, Innovative wood utilization, Cross-border cooperation

ZAHVALA

To delo je nastalo s podporo projekta WoodInnovate, ki se izvaja v okviru programa sodelovanja Interreg V-A Italija–Slovenija, sofinanciranega s sredstvi Evropske skupnosti.

Vsebnost ekstraktivov v različno skladiščeni skorji bele jelke (*Abies alba* Mill.)

Peter Hrovatič¹, Ida Poljanšek¹, Urša Osolnik¹, Primož Oven¹ in Viljem Vek¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Katedra za kemijo lesa in drugih lignoceluloznih materialov, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: peter.hrovatic@bf.uni-lj.si

POUDARKI:

- Pridobivanje rastlinskih polifenolov iz manj vredne drevesne biomase.
- Pravilna manipulacija biomase pri skladiščenju za zagotavljanje donosne ekstrakcije

PREDAVANJE:

Skorja iglavcev dokazano vsebuje velike količine fenolnih spojin z protimikrobnimi, protiglivi in antioksidativnimi lastnostmi. Največje koncentracije bioaktivnih polifenolov se nahajajo v tistih delih dreves, ki predstavljajo ostanek pri obdelavi hlodovine v lesno-predelovalnih obratih. Skorja bele jelke (*Abies alba* Mill.) je naravni vir bioaktivnih polifenolov, ki se že uporabljajo v komercialno dostopnih prehranskih dopolnilih. Za zagotavljanje visoke kakovosti ekstraktov je pomembno ustrezno ravnanje in skladiščenje skorje pred samo ekstrakcijo. Pričujočo raziskavo smo izvedli v okviru nacionalnega aplikativnega projekta ArsAlbi (L4-2623), ki sta ga financirala Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS) in podjetje Ars Pharmae. V raziskavo

smo vključili več odraslih in nepoškodovanih jelk, ki smo jih posekali v gozdovih Kočevske Reke (45°34'31.5" N, 14°46'27.8" E) in Petrine (Kuželič, Grivac, 45°28'11.7" N, 14°50'43.8" E). Vzorce skorje smo pripravili v laboratoriju Oddelka za lesarstvo Biotehniške Fakultete, vzorčili pa smo tudi skorjo, ki smo jo z debel jelk odstranili z industrijskim lupilnikom na žagarskem obratu Poganci. Osnovni smo terenski test, s katerim smo proučevali spremembe v vsebnosti ekstraktivov v jelovi skorji, ki je bila skladiščena v različnih pogojih. Analizirali smo pogoje skladiščenja skorje na vsebnost ekstraktivov, polifenolov in kondenziranih taninov. Monitoring je trajal eno leto, meritve pa smo izvajali mesečno. Ekstrakcija vzorcev jelove skorje je potekala v inertni atmosferi na sistemu za pospešeno ekstrakcijo. Kot

Slika 1: Vzorce skorje bele jelke (*Abies alba* Mill.) za kemijske analize smo pripravili v laboratoriju Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete. Vzorčili smo tudi skorjo, ki je bila z debel jelk odstranjena z industrijskim lupilnikom.



topilo smo uporabili vodo, dobljene ekstrakte smo kemijsko ovrednotili z gravimetrijo, spektrofotometrijo (UV-Vis) in kromatografijo (HPLC-PDA, GC-MSD). Rezultati kemijskih analiz so pokazali, da mehanska predelava biomase pred ekstrakcijo ter prostor, kjer se biomasa skladišči, značilno vplivata na vsebnost ekstraktivov in polifenolov v skorji. Ugotovili smo, da je za ohranitev ustrezne kvalitete jelove skorje za uspešno ekstrakcijo z visokim ekstrakcijskim donosom surovino potrebno nedezintegrirano skladiščiti v temnem in pokritem prostoru.

LITERATURA IN VIRI:

Hrovatič, P. 2024. Vpliv pogojev skladiščenja na vsebnost ekstraktivov v skorji bele jelke [Master's thesis, P. Hrovatič]. Repository of the University of Ljubljana.

Tavčar Benković E., Grohar T., Žigon D., Švajger U., Janeš D., Kreft S., Štrukelj B. 2014. Chemical composition of the silver fir (*Abies alba*) bark extract Abigenol® and its antioxidant activity. *Industrial crops and products*, 52: 23-28

Domazet, M., Zaloker, U., Vek, V. (2023) *Ars Pharmae®*: Innovative natural approach to prevent and reduce diseases of modern times; food supplements from wood extractives. In *BioRural Knowledge-exchange Workshops* (Online).

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, 21: 6412

Vek, V., Poljanšek, I., Osolnik, U., Oven, P. 2023. Stranske verige vrednosti v gozdno-lesnem sektorju: Manjvredna drevesna biomasa kot surovina za pridobivanje rastlinskih polifenolov. V H. Kraigher, M. Humar & J. Gričar (ur.), *Gozd in les: Gozd prihodnosti – znanstveno srečanje* (str. 39). Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica. <https://doi.org/10.20315/SFS.185>

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, 1: 13 str.

KLJUČNE BESEDE:

bela jelka, les, skorja, skladiščenje, ekstraktivi, polifenoli

ZAHVALE:

Avtorji se zahvaljujemo Javni agenciji za znanstveno-raziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS), podjetju *Ars Pharmae* d.o.o. za financiranje projekta L4-2623 (*ArsAlbi*) in podjetju *Kočevski les* d.o.o. za jelovo skorjo. Zahvaljujemo se vodji žagarskega obrata Poganci, g. Andreju Mikcu. Zahvala gre tudi Univerzi v Ljubljani za podporo mednarodnega M-Era.Net projekta Bapur, ter programski skupini P4-0015 (Les in lignocelulozni kompoziti).

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.017

Mehanske lastnosti lepljenih spojev: vpliv izpostavljenosti in naravnega staranja

Martin Capuder^{1,2}, Boris Azinović¹, Andreja Pondelak¹, Tomaž Pazlar¹, Jaka Gašper Pečnik¹, Luka Naumovski¹

1 Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana

2 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva ulica 101, 1000 Ljubljana

E-naslov: martin.capuder@zag.si

POUDARKI:

- Zaščita pred zunanjimi vplivi pomembno omeji vpliv vremenskih dejavnikov na degradacijo lepljenega spoja.
- FTIR analiza je pokazala spremembe le v zunanjem sloju lepila, medtem ko je notranjost ostala kemijsko nespremenjena.

PREDAVANJE:

Vpliv izpostavljenosti na staranje lepljenih spojev iz bukovine

Ustrezna konstrukcijska zaščita lesa je eden ključnih ukrepov za zagotavljanje trajnosti lesenih elementov, izpostavljenih vremenskim vplivom, saj lahko bistveno podaljšuje njihovo življenjsko dobo. Neposredna zaščita lesa pred zunanjimi vplivi (t.i. konstrukcijska zaščita lesa) lahko v določeni meri preprečuje neposredno navlaževanje in s tem povezane dimenzijske spremembe, ki nastanejo zaradi izpostavljenosti okoljskim dejavnikom [1]. Slednje je še posebej pomembno pri bukovini, ki velja za eno izmed dimenzijsko bolj nestabilnih drevesnih vrst. Krčenje in raztezanje zlepljenih elementov bukovine povzroča dodatne napetosti v lepljenem spoju, kar zmanjšuje nivo zunanjih mehanskih obremenitev, ki jih je lepljeni spoj sposoben prenašati. [2].

Za simulacijo teh vplivov se v standardu SIST EN 302-1 [3] uporabljajo različne metode umetnega staranja spojev, ki vključujejo ciklično vlaženje in sušenje. Vendar pa so v naravnem okolju prisotni tudi dodatni dejavniki, kot je npr. UV-sevanje, ki vpliva na kemijske spremembe tako v lesu kot v lepilu.

V okviru raziskav projekta DIAMONDS sta bila naravnemu staranju izpostavljeni dve seriji preizkušancev, pripravljenih v skladu s standardom EN 302-1. Ena serija preizkušancev je bila nameščena v pokritem prostoru, brez možnosti neposrednega namočenja (t.j. konstrukcijsko zaščiteno),

druga pa neposredno izpostavljena zunanjim vplivom. Poleg preizkušancev za natezni strižni preizkus so bili v kalupu pripravljeni tudi vzorci enokomponentnega poliuretanskega lepila, namenjenega konstrukcijskim aplikacijam, ki so bili po popolni utrditvi izpostavljeni enakim pogojem kot lepljeni spoji.

Rezultati kažejo, da konstrukcijska zaščita pomembno prispeva k ohranjanju mehanskih lastnosti lepljenih spojev. Po enem in treh mesecih staranja je bila strižna trdnost zaščitene preizkušancev praktično nespremenjena. Nasprotno pa je bil pri nezaščiteneh vzorcih opazen upad mehanskih lastnosti že po enem mesecu izpostavljenosti. Dodatno je kemijska analiza z metodo FTIR pokazala, da so se kemijske spremembe lepila zaradi izpostavljenosti pojavile predvsem v zunanjem sloju lepila, medtem ko je lepilo v notranjem (UV neizpostavljenem) delu ohranilo skoraj nespremenjeno kemijsko sestavo, tudi po 12 mesecih zunanje izpostavljenosti. FTIR analiza lesa je pokazala postopno razgradnjo lignina in hemiceluloz, kar se odraža v zglajenih in zmanjšanih absorpcijskih vrhovih, značilnih za te komponente lesa.

Rezultati potrjujejo, da kombinacija vremenskih vplivov negativno vpliva na mehanske lastnosti lepljenih spojev bukovine, pri čemer je najverjetneje poglavitni razlog dimenzijska nestabilnost, ki najbolj obremenjuje lepljeni spoj.

LITERATURA IN VIRI:

- [1] Brischke, C., Meyer-Veltrup, L., Miltz, H., 2021. Durability and protection of mass timber structures: A review. *Construction and Building Materials* 276, 122291. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122291>
- [2] Ammann, S.D., 2015. Mechanical performance of glue joints in structural hardwood elements. Doktorska disertacija, ETH Zurich. <https://hdl.handle.net/20.500.11850/109760>
- [3] SIST EN 302-1, 2023. Lepila za nosilne lesene konstrukcije – Preskusne metode – 1. del: Določanje natezne strižne trdnosti v vzdolžni smeri. Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.

KLJUČNE BESEDE:

Bukev, lepljen spoj, FTIR, naravna izpostavitve

ZAHVALE:

Avtorji se za podporo zahvaljujejo slovenskim raziskovalnim programom IO-0032, P2-0273 in P4-0430 ter raziskovalnemu projektu N2-0280, ki jih financira ARIS – Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Zahvaljujejo se tudi za finančno podporo poljske Nacionalne znanstvene agencije (NCN) v okviru razpisa OPUS v programu Weave, št. 2021/43/I/ST8/00554.

CC BY SA · DOI 10.20315/SFS.189.018

