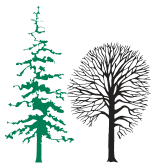




Silva Slovenica

Studia Forestalia Slovenica

185



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta



Znanstveno srečanje

GOZD in LES: Gozd prihodnosti



Ljubljana, 22. maj 2023



Silva
Slovenica

Zbirka Studia Forestalia Slovenica, št. 185
ISSN 0353-6025

Izdajatelj:

Gozdarski inštitut Slovenije,
Založba Silva Slovenica, 2023

Naslov:

GOZD in LES: Gozd prihodnosti

Glavni uredniki:

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

Tehnična urednica:

mag. Katja Sonnenschein

Tisk: Tiskarna knjigovoznica Radovljica d.o.o.

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 so recenzirani.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA NARAVNE VIRE IN PROSTOR



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



ARRS
JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

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

630(082)
674(082)

ZNANSTVENO srečanje Gozd in les (2023 ; Ljubljana)

Gozd in les : gozd prihodnosti : znanstveno srečanje : Ljubljana, 22. maj 2023 / [glavni uredniki Hojka Kraigher, Miha Humar, Jožica Gričar]. - 1. izd. - Ljubljana : Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2023. - (Zbirka Studia Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 185)

ISBN 978-961-6993-80-7
COBISS.SI-ID 147966211



ZNANSTVENO SREČANJE

GOZD in LES: Gozd prihodnosti

ponedeljek, 22. 5. 2023, od 10. do 14. ure v veliki dvorani Gozdarskega inštituta Slovenije
Večna pot 2, Ljubljana

22. maja bomo raziskovalne organizacije s področja gozdarstva, lesarstva in papirništva organizirale že trinajsto zaporedno srečanje Gozd in les. Ideja za to srečanje se je razvila iz dobrih izkušenj pri pripravi znanstvene monografije *Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi*, ki sta jo leta 2009 v souredništvu izdala Oddelek za lesarstvo BF in Gozdarski inštitut Slovenije. Presodili smo, da lahko le s skupnim nastopom znotraj gozdno-lesne proizvodne verige dosežemo raziskovalno-razvojni preboj. Rezultat sodelovanja je tudi skupna programska skupina, ki je začela delovati leta 2022 in edina povezuje celotno gozdno-lesno verigo. Eden izmed pomembnih namenov srečanja je ponuditi možnost mladim, še neveljavljenim raziskovalcem na začetku raziskovalne poti, da predstavijo svoje delo.

Letošnje srečanje je namenjeno razmišljanju o prihodnosti gozdov in rabe lesa, na katero bo vplivalo več bolj ali manj povezanih dejavnikov. Na gozd in les vpliva podnebje. Podnebne spremembe so opazne v celotnem razvoju gozdov – v spreminjanju trendov v dinamičnem ravnovesju v gozdnih ekosistemih. Gozdovi so podvrženi številnim ujmam, spreminjajo se obnova, združbe vseh organizmov v gozdu in struktura gozdov. Vedno pogosteje opažamo pojav tujerodnih in invazivnih vrst. Podnebne spremembe vplivajo tudi na rabo lesa. Zaradi višjih temperatur se spreminjajo lastnosti lesa, razmere za delovanje lesnih škodljivcev so čedalje ugodnejše, kar se kaže v krajši življenjski dobi uporabe lesa.

Spremembe so tudi na socioekonomskem in družbenem področju. Spreminja se demografska slika lastnikov gozdov, razvijajo se nove tehnike za sečnjo in spravilo lesa. Po drugi strani želi na gospodarjenje z gozdom in lesom vplivati širok spekter deležnikov. To je še posebej izrazito v bližini večjih naselij in priljubljenih turističnih točk. Civilna družba upravičeno pričakuje, da bo lahko vplivala na gospodarjenje z mestnimi gozdovi. V gozd in les vlaga veliko upov tudi politika z vidika doseganja ciljev podnebnih sporazumov. Zaradi nezanesljive oskrbe z energenti so lesna kuriva spet čedalje pomembnejša. To se v nekaterih mestnih središčih kaže tudi v slabši kakovosti zraka. Les pridobiva pomen tudi kot surovinski vir. Že dlje časa številni ekonomisti napovedujejo, da ga bo v Evropi začelo primanjkovati. Zato je za nove naložbe v predelavo lesa nujno, da se za načrtovanje novih tehnologij upoštevajo razpoložljive količine v posamezni regiji.

Raziskovalci s področja gozdarstva, lesarstva in papirništva obravnavajo probleme prihodnosti in poskušajo pripraviti izhodišča za razumevanje procesov ter ukrepe za prihodnost gozdov in rabe lesa. Eden od izzivov je dejstvo, da gozdno drevje v juvenilni in odrasli fazi razvoja različno reagira na okolje, zato so poskusi dolgotrajni, pogosto daljši od obdobja financiranja posameznega projekta. Zato je na tem kompleksnem področju smiselno in nujno podpirati dolgoletne raziskave.

PROGRAM ZNANSTVENEGA SREČANJA

9.40–10.00	Kava	
<i>Moderatorja: Hojka Kraigher, GIS, in Miha Humar, BF UL</i>		
10.00–10.10	Pozdrav gostiteljev	<i>Nike Krajnc, direktorica Gozdarskega inštituta Slovenije Marina Pintar, dekanja Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani</i>
10.10–10.30	Pozdravne besede	
10.30–10.50	Odprtje srečanja in uvodno predavanje	<i>Akademik Mitja Zupančič, SAZU</i>
Predavanja <i>Moderatorica Jožica Gričar, GIS</i>		
10.50–11.05	<i>Kermavnar idr.</i>	Analiza potencialnih vplivov podnebnih sprememb na razširjenost gozdnih rastlinskih vrst v Evropi z bioklimatskimi modeli
11.05–11.20	<i>Krapež Tomec idr.</i>	Uporaba lesa v materialih za 3D-tisk
11.20–11.35	<i>Uhan idr.</i>	Vključenost ciljev trajnostnega razvoja v pedagoškem in raziskovalnem delu na primeru gozdarstva in lesarstva v okviru Biotehniške fakultete v Ljubljani
11.35–11.50	<i>Vilhar idr.</i>	Vpliv velikopovršinskih motenj gozdov na kroženje vode v kraških vodonosnikih
11.50–12.30	Kosilo	
Predstavitve plakatov in izbranih projektov <i>Moderator Marko Petrič, BF</i>		
12.30–12.33	<i>Westergren idr.</i>	Provenienčni poskusi nove generacije
12.33–12.36	<i>Gričar idr.</i>	Vpliv klime na fenologijo listov in kambija pri puhastem hrastu: njuna povezanost in vpliv na prevodnost lesa in floema
12.36–12.39	<i>Skoberne idr.</i>	Videoprikaz vzorčenja in priprave trajnih preparatov za spremljanje sezonskega nastajanja lesa in floema
12.39–12.42	<i>Mrak idr.</i>	Vpliv eksperimentalne suše na vitalnost ektomikorize in združbo ektomikoriznih gliv puhastega hrasta na Podgorskem krasu
12.42–12.45	<i>Šibanc idr.</i>	LIFE SySTEMiC: mikrobiom tal v treh sistemih gojenja bukovih gozdov
12.45–12.48	<i>Brglez idr.</i>	Odziv sadik rdečega in črnega bora na izbrane vrste gliv
12.48–12.51	<i>Devetak idr.</i>	Uporaba visokozmogljivega sekvenciranja pri varovanju zdravja gozdnega in mestnega drevja

12.51–12.54	<i>Naumovski idr.</i>	Uporaba nedestruktivnih metod. Preizkušanje od vzorca do objekta
12.54–12.57	<i>Levanič idr.</i>	REWINNUSE: uporaba odsluženega lesa in smrekovini alternativnih lesnih vrst za razvoj popolnoma razstavljenih lesenih oken
12.57–13.00	<i>Vek idr.</i>	Stranske verige vrednosti v gozdno-lesnem sektorju. Manjvredna drevesna biomasa kot surovina za pridobivanje rastlinskih polifenolov
13.00–13.03	<i>Baloh idr.</i>	Projekt: Zelena infrastruktura za gozdove in drevesa
13.03–13.06	<i>Arnič idr.</i>	Vpliv podnebnih sprememb na razpoložljivost lesa in ovrednotenje snovnopredelovalnih potencialov gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji
13.06–13.09	<i>Pezdevšek Malovrh idr.</i>	Stanje na področju poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov
13.09–13.12	<i>Juvančič idr.</i>	Koncept biogospodarstva – Slovenija
Brez predstavitve	<i>Plevnik idr.</i>	Naklonjenost lastnikov gozdov do prilagoditev gospodarjenja z gozdom, pomembnih za krepitev gozdno-lesnega biogospodarstva
13.12–14.00	Diskusija	

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

PREDGOVOR

- 9 Endemizem v flori Slovenije
Akad. dr. Mitja Zupančič

PREDAVANJA

- 11 Analiza potencialnih vplivov podnebnih sprememb na razširjenost gozdnih rastlinskih vrst v Evropi z bioklimatskimi modeli
Janez Kermavnar, Lado Kutnar in Aleksander Marinšek
- 14 Uporaba lesa v materialih za 3D-tisk
Daša Krapež Tomec in Mirko Kariž
- 18 Vključenost ciljev trajnostnega razvoja v pedagoškem in raziskovalnem delu na primeru gozdarstva in lesarstva v okviru Biotehniške fakultete v Ljubljani
Zala Uhan, Špela Pezdevšek Malovrh, Matej Jošt in Katarina Remic
- 23 Vpliv velikopovršinskih motenj gozdov na kroženje vode v kraških vodonosnikih
Urša Vilhar, Mitja Ferlan, Janez Kermavnar, Blaž Kogovšek, Erika Kozamernik, Aleksander Marinšek, Janez Mulec, Cyril Mayaud, Magdalena Năpăruș-Aljančič, Metka Petrič, Tanja Pipan, David Štefanič, Daniel Žlindra, Lara Valentić in Nataša Ravbar

PREDSTAVITVE PLAKATOV IN IZBRANIH PROJEKTOV

- 25 Provenienčni poskusi nove generacije
Marjana Westergren, Gregor Božič, Andrej Breznikar, Natalija Dovč, Hojka Kraigher in konzorcij OptFORESTS
- 26 Vpliv klime na fenologijo listov in kambija pri puhastem hrastu: njuna povezanost in vpliv na prevodnost lesa in floema
Jožica Gričar, Jernej Jevšenak, Polona Hafner, Peter Prislan, Mitja Ferlan, Martina Lavrič, Dominik Vodnik in Klemen Eler
- 28 Videoprikaz vzorčenja in priprave trajnih preparatov za spremljanje sezonskega nastajanja lesa in floema
Gregor Skoberne, Jožica Gričar, Edurne Martínez del Castillo, Neža Špenko in Peter Prislan
- 29 Vpliv eksperimentalne suše na vitalnost ektomikorize in združbo ektomikoriznih gliv puhastega hrasta na Podgorskem krasu
Tanja Mrak, Mitja Ferlan in Tina Unuk Nahberger
- 30 LIFE SySTEMiC: mikrobiom tal v treh sistemih gojenja bukovih gozdov
Nataša Šibanc, Marko Bajc, Andrej Breznikar, Rok Damjanič, Natalija Dovč, Tine Grebenc, Miran Lanščak, Tijana Martinović, Tanja Mrak, Donatella Paffetti, Davide Travaglini, Tina Unuk Nahberger, Cristina Vettori in Hojka Kraigher
- 32 Odziv sadik rdečega in črnega bora na izbrane vrste gliv
Ana Brglez, Ana Miklavčič Višnjevec, Barbara Piškur, Črtomir Tavzes in Nikica Ogris
- 34 Uporaba visokozmogljivega sekvenciranja pri varovanju zdravja gozdnega in mestnega drevja
Zina Devetak, Barbara Piškur in Maja Ravnikar

- 36 Uporaba nedestruktivnih metod. Preizkušanje od vzorca do objekta
Luka Naumovski, Ana Brunčič, Andreja Pondelak, Martin Capuder, Tomaž Pazlar, Igor Gavrič, Iztok Šušteršič in Boris Azinovič
- 37 REWINNUSE: uporaba odsluženega lesa in smrekovini alternativnih lesnih vrst za razvoj popolnoma razstavljenih lesenih oken
Jaka Levanič, Boštjan Lesar, Miha Humar, Aleš Ugovšek, Andreas Treu in Jožica Gričar
- 39 Stranske verige vrednosti v gozdno-lesnem sektorju. Manjvredna drevesna biomasa kot surovina za pridobivanje rastlinskih polifenolov
Viljem Vek, Ida Poljanšek, Urša Osolnik in Primož Oven
- 41 Projekt: Zelena infrastruktura za gozdove in drevesa
Tjaša Baloh, Helena Cvenkel in Boris Rantaša
- 43 Vpliv podnebnih sprememb na razpoložljivost lesa in ovrednotenje snovnopredelovalnih potencialov gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji
Domen Arnič, Jernej Jevšenak, Luka Krajnc, Peter Prislan in Mitja Skudnik
- 45 Stanje na področju poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov
Špela Pezdevšek Malovrh, Nike Krajnc, Janez Krč, Darja Stare in Zala Uhan
- 49 Koncept biogospodarstva – Slovenija
Luka Juvančič, Sabina Berne, Ilja Gasan Osojnik Črnivec in Primož Oven
- 51 Naklonjenost lastnikov gozdov do prilagoditev gospodarjenja z gozdom, pomembnih za krepitev gozdno-lesnega biogospodarstva
Kaja Plevnik in Anže Japelj

PREDGOVOR

Endemizem v flori Slovenije

Akad. dr. Mitja Zupančič

Letošnje znanstveno srečanje Gozd in les je, če sem prav razumel, posvečeno bogastvu gozdov v sklopu prireditve Teden gozdov. To bogastvo ni le v lesnih zalogah ali pestrosti gozdov, temveč tudi v njihovi floristični raznovrstnosti, ki se zrcali v fitocenoloških raziskavah.

V Sloveniji je na površini 20.300 km² okrog 3.500 taksonov, kar nas uvršča med floristično izjemno bogate dežele. Med temi taksoni je v literaturi glede na različne avtorje (E. Mayer, B. Vreš, L. Ravnik idr.) zabeleženih 75 absolutnih in relativnih endemitov. Novejše raziskave flore kažejo, da je to število morda celo trikrat večje, to je okrog 215 taksonov. Tu predvsem mislimo na nove taksonne iz rodu *Hieracium* s. lat. (škržolice), ki jih raziskuje B. Vreš z domačimi in tujimi sodelavci. Za to bogastvo se imamo zahvaliti raznolikosti ekoloških razmer na majhnem prostoru (podnebje, geološka podlaga, tla, morfologija terena, prehodni položaj Slovenije, zgodovinski razvoj flore pred poledenitvijo ter ob in po njej, skupaj z relativno dobrim poznavanjem flore).

Kaj je endemizem? »Je značilnost flore določenih območij, da so areali nekaterih taksonov praviloma omejeni na to območje, kar je podlaga za členitev, opredeljevanje fitogeografskih enot (Batič in sod. 2011: 120.)«

Endemit pa je takson, ki naseljuje le določeno manjšo (ali večjo) fitogeografsko enoto, za katero je značilen (Batič in sod. 2011: 120). Endemite glede na današnjo razširjenost ločimo na **absolutne**, z enim samim sklenjenim arealom, in na **relativne**, ki imajo poleg večjega še manjši ločen areal. Endemite ločimo še po starosti, in sicer poznamo **paleoendemite**, ki so nastali v zgodnjih geoloških dobah. Te vrste so danes taksonomsko izolirane, ohranile pa so se iz časov pred ledenimi dobami na ugodnih rastiščih – v območjih z najmanjšimi podnebnimi spremembami (disjunkti, toplotna okna ali koti). V »našem« mlajšem obdobju so nastali ali nastajajo **neoendemiti** ali progresivni endemiti (subendemiti). Nastali so v kvartanju ali med poledenitvami, v današnjem času pa naseljujejo ožja območja. Časovno mejo med neoendemiti in paleoendemiti je težko določiti, zato je odločitev posameznikov subjektivna. Glede na poznavanje endemitov ločimo: 1. splošno priznane že davno ustaljene endemite; 2. delno priznane vrste, za katere glede na novejše raziskave pričakujemo uvrstitev med endemite; 3. možne endemite, ki so bili odkriti v novejših časih in zanje pričakujemo splošno potrditev ali pa neuvrstitev med endemite. Nekateri avtorji ločijo endemite še po velikosti naseljenih površin na stenoendemite, lokalne endemite in subendemite. Endemiti so najbolj razširjeni na karbonatni in ultrabazični serpentinoidni geološki podlagi. (Vreš in sod. 2014: 452–456, Petauer in sod. 1998, Batič in sod. 2011).

Slovenija je glede na svojo površino bogata z endemiti. Največ jih je v alpski, srednjeevropski in ilirski provinci, manj v ilirsko-jadranski. V prenorjsko-slovenski provinci jih skoraj ni.

Endemiti poleg flornih elementov (ilirskih, alpskih) razločno opredeljujejo fitogeografsko razširjenost (ilirsko, jugovzhodno apneniško alpsko) naših gozdov in označujejo našo posebnost v primerjavi z evropskimi, zlasti srednjeevropskimi gozdovi. Tako govorimo o ilirskih gozdovih, razširjenih v ilirski in ilirsko-jadranski provinci, ki obsegata največje površine Slovenije. Dosti manj imamo gozdov, ki pripadajo srednjeevropski ali prenorjsko-slovenski provinci.

S problematiko endemitov so se ukvarjali ali se še ukvarjajo raziskovalci E. Mayer, L. Ravnik, B. Vreš, B. Surina, I. Dakskobler, N. Praprotnik, A. Seliškar, J. Bavcon, N. Jogan s sodelavci, M. Kocjan, T. Wraber, M. Zupančič in še kdo.

Viri:

- Batič, F., B. Košmrlj-Levačič, A. Martinčič, A. Cimerman, B. Turk, N. Gogala, A. Seliškar, A. Šercelj in G. Kosti, 2011: Botanični terminološki slovar. Zbirka slovarjev ZRC SAZU. Ljubljana.
- Jerosch, M., 1903: Geschichte und Herkunft der schweizerischen Alpen flora. Librari of the gray Herbarium Harvard University. Bought.
- Kocjan, M. in B. Vreš: Endemiti in subendemiti v Sloveniji. Ljubljana. (manuskript)
- Mayer, E., 1946: Die floristische Gliederung der Hochgebirgesstufe in den südöstlichen Kalkalpen und ihre Stellung innerhalb der Ostalpen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades den phylosophischen Fakultät der Universität Wien. Wien.
- Petauer, T., V. Ravnkar in F. Šuštar, 1998: Mali leksikon botanike. Tehniška šola Slovenije. Ljubljana.
- Seliškar, T., B. Vreš in A. Seliškar, 2003: FlovegSi 2.0. Računalniški program za urejanje in analizo bioloških podatkov. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU. Ljubljana.
- Šugar, I.; 1990: Botanični leksikon. Jugoslovanska akademija znanosti in umetnosti. Razred za filologiju 1. Zagreb.
- Vreš, B., D. Gilčevrt Berdnik in A. Seliškar, 2014: Rastlinstvo življenjskih okolij v Sloveniji. Pipinova knjiga. Ljubljana.
- Zupančič, M. in B. Vreš, 2018: Phytogeographic analysis of Slovenia. *Folia biologica et geologica* (Ljubljana) 59 (2) 155–211.

Zahvala:

Dr. Branku Vrešu se zahvaljujem za pomoč, nasvete in prikaze pri nastajanju tega prispevka.

PREDAVANJA

Analiza potencialnih vplivov podnebnih sprememb na razširjenost gozdnih rastlinskih vrst v Evropi z bioklimatskimi modeli

Janez Kermavnar,¹ Lado Kutnar¹ in Aleksander Marinšek^{1,2}

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

2 Višja šola Postojna, Program gozdarstvo in lovstvo, Ljubljanska cesta 2, 6230 Postojna

E-naslov: janez.kermavnar@gozdis.si

Poudarki:

- Za 20 izbranih gozdnih rastlinskih vrst smo modelirali potencialne vplive podnebnih sprememb na njihovo razširjenost v Evropi in Sloveniji.
- V prihodnosti bo podnebje postalo manj primerno za uspevanje gozdnih rastlinskih vrst.
- Verjetnost pojavljanja vrst se bo v povprečju zmanjšala za 5 % (RCP 4.5) oz. 26 % (RCP 8.5) v Evropi in za 9 % (RCP 4.5) oz. 46 % (RCP 8.5) v Sloveniji.
- Modeli predvidevajo izrazit premik območij podnebne ustreznosti za izbrane rastlinske vrste od juga proti severu Evrope.

Predavanje:

UVOD

Gozdne rastlinske vrste v pritalnih plasteh vegetacije prispevajo večinski delež v rastlinski vrstni pestrosti gozdov zmernega podnebja (Gilliam, 2007). Gozdne rastline so prilagojene na specifične ekološke razmere (npr. pomanjkanje svetlobe) in stabilno mikroklimo v gozdnih sestojih. Segrevanje ozračja in spremenjeni padavinski režimi imajo lahko negativne posledice za uspevanje gozdnih rastlin in povzročajo proces termofilizacije, tj. spremembe vrstne sestave vegetacije v smeri večje zastopanosti toploljubnih vrst (Zellweger in sod., 2020). Namen te študije je analiza potencialnih vplivov podnebnih sprememb na razširjenost gozdnih rastlinskih vrst v Evropi in Sloveniji z bioklimatskimi modeli. Modeliranje sprememb razširjenosti vrst na večjem prostorskem merilu je lahko pomemben vir informacij o potencialni ranljivosti vrst zaradi hitrih podnebnih sprememb (Skov in Svenning, 2004).

METODE

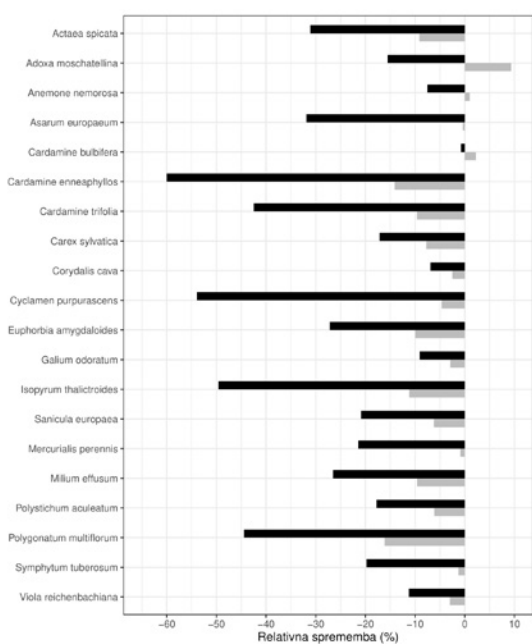
Bioklimatski modeli se pogosto uporabljajo pri napovedovanju sprememb habitatov rastlinskih vrst in ustreznosti podnebnih dejavnikov (Skov in Svenning, 2004). V Evropi smo za 20 gozdnih rastlinskih vrst z uporabo bioklimatskih spremenljivk modelirali trenutno verjetnost pojavljanja in spremembe verjetnosti pojavljanja do leta 2070 za dva podnebna scenarija (RCP 4.5 in RCP 8.5). Izbrane rastlinske vrste so značilne predvsem za zeliščno plast bukovih gozdov Evrope (Willner in sod., 2009) in jih lahko imenujemo tudi bukove vrste: *Actaea spicata*, *Adoxa moschatellina*, *Anemone nemorosa*, *Asarum europaeum*, *Cardamine bulbifera*,

Cardamine enneaphylos, *Cardamine trifolia*, *Carex sylvatica*, *Corydalis cava*, *Cyclamen purpurascens*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium odoratum*, *Isopyrum thalictroides*, *Sanicula europaea*, *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Polystichum aculeatum*, *Polygonatum multiflorum*, *Symphytum tuberosum*, *Viola reichenbachiana*.

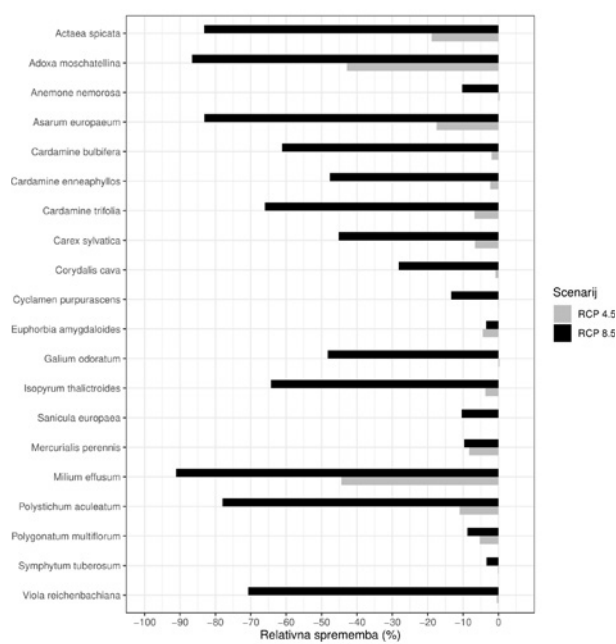
Podatke o pojavljanju vrst smo pridobili iz baze Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2022; <https://www.gbif.org/>). Podatke za bioklimatske spremenljivke smo pridobili iz baze WorldClim 2.1 (Fick in Hijmans, 2017; www.worldclim.org). Modeliranje smo izvedli s pomočjo knjižnice *sdm* (Naimi in Araújo, 2016) v programskem okolju R (R Core Team, 2021). Rezultat modelov je bila verjetnost pojavljanja (podnebna ustreznost) vrste, izražena v intervalu med 0 in 1. V analizah smo uporabili povprečno verjetnost pojavljanja v vseh celicah prostorske resolucije 5 × 5 km in verjetnost pojavljanja nad 0,5 (kot merilo za območja z večjo podnebno ustreznostjo).

REZULTATI

Najpomembnejši bioklimatski spremenljivki za sedanjo razširjenost gozdnih rastlinskih vrst sta sezonska temperaturna nihanja (negativna korelacija z verjetnostjo pojavljanja vrst) in količina padavin v poletnih mesecih (pozitivna korelacija z verjetnostjo pojavljanja). Ugotovili smo, da bi lahko po napovedih modelov spremenjeno podnebje postalo manj primerno za uspevanje izbranih vrst. Povprečna verjetnost pojavljanja izbranih vrst se bo zmanjšala za 3 % (RCP 4.5) oz. 13 % (RCP 8.5) v Evropi in za 15 % (RCP 4.5) oz. 39 % (RCP 8.5) v Sloveniji. Skupna površina z verjetnostjo pojavljanja nad 0,5 se bo v prihodnosti zmanjšala v povprečju za 5 % (RCP 4.5) oz. 26 % (RCP 8.5) v Evropi (slika 1) in za 9 % (RCP 4.5) oz. 46 % (RCP 8.5) v Sloveniji (slika 2). Modeli za izbrane vrste predvidevajo izrazit premik podnebne ustreznosti od juga proti severu Evrope, v povprečju za 141 km (RCP 4.5) oz. 314 km (RCP 8.5) v naslednjih približno 50 letih. Rezultati analiz nakazujejo tudi, da so odzivi vrstno specifični.



Slika 1: Relativna sprememba (%) skupne površine z verjetnostjo pojavljanja nad 0,5 za posamezno rastlinsko vrsto in podnebni scenarij (RCP 4.5 – sivi stolpci, RCP 8.5 – črni stolpci) za območje Evrope.



Slika 2: Relativna sprememba (%) skupne površine z verjetnostjo pojavljanja nad 0,5 za posamezno rastlinsko vrsto in podnebni scenarij (RCP 4.5 – sivi stolpci, RCP 8.5 – črni stolpci) za območje Slovenije.

RAZPRAVA

Naša ključna ugotovitev je izrazito zmanjšanje območij s podnebno ustreznostjo za izbrane gozdne rastlinske vrste v prihodnosti, kar podpira izsledke prejšnjih raziskav (Skov in Svenning, 2004). Za gozdne rastlinske vrste je v splošnem značilna večja masa semen in posledično omejena sposobnost razširjanja v prostoru (Whigham, 2004). Pri gozdnih rastlinah praviloma prevladuje vegetativni način razmnoževanja, kar pri

nekaterih vrstah zeliščne plasti bukovih gozdov tudi pojasnjuje njihovo ozko geografsko razširjenost v Evropi (Willner in sod., 2009). Zaradi tovrstnih funkcionalnih lastnosti bodo te vrste ob spremenjenih razmerah v prihodnosti težje sledile pomiku podnebne ustreznosti proti severu Evrope, saj bodo njihove migracije morda otežene. Predvidevamo, da bo pomembno vlogo odigrala prilagoditvena sposobnost rastlinskih vrst na spremenjene podnebne razmere, ki pa je v veliki meri pogojena z znotrajvrstno variabilnostjo funkcionalnih znakov in hitrostjo sprememb, ki bi še dopuščale naravno adaptacijo vrst. Nekatere izmed izbranih vrst so geofiti, ki so praviloma dober kazalnik ohranjenosti gozdnih sestojev. Za to skupino rastlin so študije pokazale, da imajo spremembe v fenologiji dreves (npr. zgodnejše olistanje) in milejše zime neposredne negativne učinke na uspešnost njihovega razvojnega cikla (Heberling in sod., 2019). Poudarjamo pomen ohranjanja strnjjenih gozdnih sestojev in njihovega blažilnega učinka na mikroklimo (De Frenne in sod., 2021). Zaradi čedalje pogostejših velikopovršinskih motenj v gozdovih je ta učinek že močno zmanjšan, kar bi lahko še dodatno ogrozilo obstoj gozdnih rastlinskih vrst, ki so pretežno vezane na gozdni prostor.

Literatura in viri:

- De Frenne, P., Lenoir, J., Luoto, M., in sod., 2021. Forest microclimates and climate change: Importance, drivers and future research agenda. *Global Change Biology* 27, 2279–2297. <https://doi.org/10.1111/gcb.15569>.
- Fick, S. E., Hijmans, R. J., 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37, 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- GBIF, 2022. Global Biodiversity Information Facility, <https://www.gbif.org/>
- Gilliam, F. S., 2007. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. *BioScience* 57, 845–858. <https://doi.org/10.1641/B571007>.
- Heberling, J. M., McDonough MacKenzie, C., Fridley, J. D., Kalisz, S., Primack, R. B., 2019. Phenological mismatch with trees reduces wildflower carbon budgets. *Ecology Letters* 22, 616–623. <https://doi.org/10.1111/ele.13224>.
- Naimi, B., Araújo, M. B., 2016. sdm: a reproducible and extensible R platform for species distribution modelling. *Ecography* 39, 368–375. <https://doi.org/10.1111/ecog.01881>.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Skov, F., Svenning, J. C., 2004. Potential impact of climate change on the distribution of forest herbs in Europe. *Ecography* 27, 366–380. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03823.x>.
- Whigham, D. F., 2004. Ecology of Woodland Herbs in Temperate Deciduous Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35, 583–621. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105708>.
- Willner, W., Di Pietro, R., Bergmeier, E., 2009. Phytogeographical evidence for post-glacial dispersal limitation of European beech forest species. *Ecography* 32, 1011–1018. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05957.x>.
- Zellweger, F., De Frenne, P., Lenoir, J., in sod., 2020. Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming. *Science* 368, 772–775. [10.1126/science.aba6880](https://doi.org/10.1126/science.aba6880).

Ključne besede:

segrevanje ozračja, gozdna zelišča, bioklimatske spremenljivke, modelne napovedi

Zahvale:

Študija je nastala v okviru ARRS podoktorskega temeljnega raziskovalnega projekta Spremembe gozdne vegetacije zaradi vplivov globalnih in lokalnih okoljskih sprememb v daljšem časovnem obdobju (Z4-4543) ter programske skupine ARRS P4-0107.

Uporaba lesa v materialih za 3D-tisk

Daša Krapež Tomec¹ in Mirko Kariž¹

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

E-naslov: dasa.krapez.tomec@bf.uni-lj.si

Poudarki:

- Predstavitev področij za uporabo dodajalnih tehnologij v lesni industriji.
- Lesni delci lahko kompozit ojačajo ali pa so le polnilo.
- Poleg izboljšanih lastnosti materialov za 3D-tisk pozitiven tudi okoljski vidik.

Predavanje:

Dodajalne tehnologije, pogosto poimenovane 3D-tisk, so tehnologije v vzponu, ki lahko ustvarijo priložnosti za bolj trajnostno proizvodnjo in razvoj konkurenčnih strategij. Proizvodne verige so krajše, bolj lokalizirane (digitalne 3D-modele je mogoče poslati prek spletnih povezav in izdelati na kraju samem ali v bližini mesta uporabe) in lahko služijo neraziskanim tržnim nišam (Murmura in Bravi, 2018). Dodajalne tehnologije v nasprotju s tradicionalnimi odzematnimi omogočajo bolj avtomatizirano izdelavo izdelkov ali komponent s kompleksnimi oblikami pri nizkih proizvodnih stroških in majhnih ostankih. Kljub vsemu pa je materiale treba še izboljšati, da bi dobili več razpoložljivih in okolju prijaznih, saj so številni na osnovi nafte (Pakkanen in sod., 2017; Wasti in Adhikari, 2020). Druga prednost teh tehnologij je velik izkoristek materiala, saj je izdelek narejen z nanosom plasti za plastjo na točno določenih mestih, medtem ko večina običajne proizvodne tehnologije (žaganje, rezkanje, vrtanje, brušenje itd.) temelji na rezanju materiala iz surovca, pri čemer nastanejo ostanki oziroma odpadni material.

Razvile so se številne tehnike dodajalnih tehnologij, vsem pa je skupno grajenje izdelka po slojih. Proizvodnja s taljenjem filamentov (FFF, angl. fused filament fabrication) vključuje taljenje termoplastičnega filameta skozi segreto šobo in nato odlaganje staljenega materiala plast za plastjo, da tvorijo 3D-objekt (Le Duigou in sod., 2020). V zadnjem času je velik poudarek na razvoju materialov, ki bi bili cenejši, iz naravnih virov, s čim manjšim izpustom škodljivih snovi med postopkom izdelave, z možnostjo uporabe ostankov in reciklaže po preteku uporabnosti (Hamad, Kaseem in Deri, 2013).

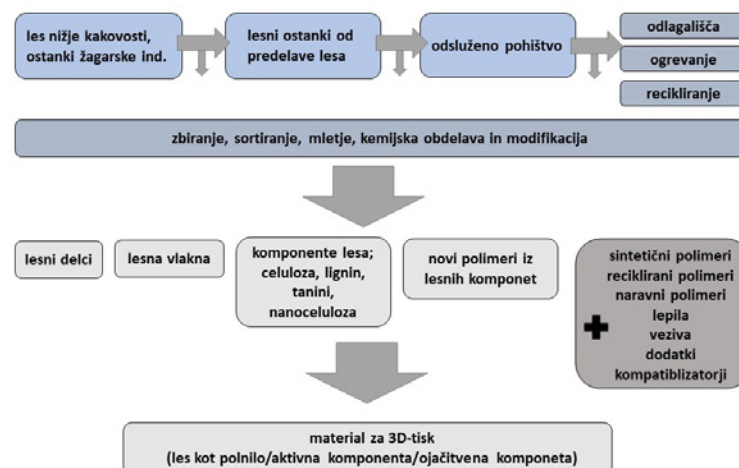
Ena od možnosti zmanjšanja porabe sintetičnih polimerov je tudi dodajanje lesnih delcev v materiale za 3D-tiskanje. Uporaba lesa v kombinaciji s sintetičnimi polimeri ali celo recikriranimi oziroma naravnimi polimeri zmanjša okoljski vpliv 3D natisnjenih izdelkov, saj naravni materiali pripomorejo k manjši emisiji CO₂ in manjši porabi energije pri izdelavi (Wimmer in sod., 2015). Trenutno se v lesno-plastičnih kompozitih za tiskanje največ uporablja polimer polimlečna kislina (PLA, angl. polylactic acid), predvsem zaradi ustrezne temperature tiskanja (pribl. med 200 in 230 °C) in dobre združljivosti z lesnimi delci. Poleg tega je PLA eden pomembnejših razgradljivih poliestrov iz naravnih surovin (škroba, sladkorjev) in s tem tudi okoljsko ustrezen, ker ga je mogoče večkrat reciklirati in ponovno uporabiti (Hamad in sod., 2013). PLA ima veliko trdnost, dobre optične lastnosti in velik modul elastičnosti, je biorazgradljiv pod določenimi pogoji, potrebnimi za industrijsko kompostiranje v okolju z visokimi temperaturami (58–80 °C), visoko vlažnostjo (> 60 % vlage) in v prisotnosti mikroorganizmov (termofilnih bakterij) (Cosate de Andrade in sod., 2016). Njegove glavne pomanjkljivosti so krhkost in majhna toplotna odpornost, kar se trudimo premostiti z uporabo lesnih delcev. Ti imajo številne pozitivne učinke: majhna gostota, obnovljivost, biorazgradljivost in nizki stroški (Mukherjee in Kao, 2011). Vendar ima les tudi pomanjkljivosti, kot so krhkost, majhna toplotna stabilnost in majhna sposobnost kristalizacije. Ne nazadnje velja omeniti, da so mehanske lastnosti PLA tudi po petih ciklih recikliranja le

nekoliko oslABLJENE (Cruz Sanchez in sod., 2017), dodajanje lesnih delcev pa po drugi strani zelo skrajša čas njegove biološke razgradnje (Fortunati in sod., 2013), kar pripomore k trajnostnim lastnostim 3D natisnjenih lesno-plastičnih kompozitov.

Odvisno od deleža, velikosti in oblike delcev lahko lesni delci kompozit ojačajo (v primeru dodatka delcev ustrezne velikosti, razmerja dolžina/širina, oblike vlaken) ali so le polnilo in s tem pocenijo kompozit, saj so precej cenejši kot polimer. Kljub temu njihova predelava (ločevanje, mletje, sejanje) zahteva določene časovne in finančne vložke. Razlika je tudi med lesnimi vrstami, npr. lesno-plastični kompoziti z delci listavcev so termično bolj stabilni kot kompoziti z delci iglavcev (Olakanmi in Strydom, 2016). Delci pogosto izvirajo iz lesnih ostankov iz drugih lesnopredelovalnih sektorjev, zaradi česar so stroškovno učinkoviti in dajo materialu dodano vrednost. Kot kompozitni material iz naravnih vlaken ima les specifične lastnosti, ki mu omogočajo konkurenčnost sodobnim visokotehnološkimi materialom. Obdelava delcev za uporabo v 3D tiskanih polimernih kompozitih zahteva čas in energijo, potrebno je mletje ali celo kemična razgradnja do želene velikosti (Mazzanti, Malagutti in Mollica, 2019). Z optimalno kombinacijo polimera, lesnih delcev (velikost, porazdelitev in količina), pripravo in dodatki lahko izdelamo materiale za 3D-tiskanje s širokim razponom uporabe.

Številne prednosti lesa, kot so njegova ojačitvena sposobnost, biorazgradljivost, razpoložljivost kot ostanek materiala iz drugih industrij, možnost uporabe v različnih oblikah ali v le delnih komponentah, možnost recikliranja ali celo uporaba nezaželene dimenzijske nestabilnosti, ki jo povzroča higroskopskost – za 4D-tisk, kažejo na pomen raziskovanja njegove uporabe v 3D-tisku. Les je lahko navdih za 3D natisnjene lesu podobne izdelke ali njegova struktura navdih za 3D natisnjeno konstrukcijo – posnemanje lesa – biomimikrija (posnemanje oblike/velikosti/razporeditve lesnih celic, njihove strukture in funkcije v drevesih) (Wimmer in sod., 2015) za doseganje boljšega razmerja med maso in trdnostjo konstrukcij.

Pomembna sta tudi oblika in razmerje stranic delcev. Lesni delci, pridobljeni z mletjem, so naključno oblikovani in imajo dimenzije, ki so približno enake v vseh smereh, medtem ko imajo lesna vlakna visoko razmerje stranic (dolžina/širina), ki daje lesno-plastičnim kompozitom (LPK) dobro trdnost. Ojačitev polimerne matrice z lesnimi vlakni bistveno izboljša mehanske lastnosti LPK v primerjavi z lesno moko pri različnih razmerjih komponent (Peltola in sod., 2014), vendar je priprava vlaken bolj zapletena.



Slika 1. Viri lesnih delcev za uporabo v dodajalnih tehnologijah (Krapež Tomec in Kariž, 2022)

Velik potencial za uporabo lesa v dodajalnih tehnologijah je v:

- tehnologiji ciljnega nalaganja (FDM/FFF)
- 3D-tiskanju na osnovi ekstrudiranja
- brizganju veziv
- proizvodnji laminiranih predmetov (LOM)
- stereolitografiji (SLA)

Od naštetih metod je tehnologija ciljnega nalaganja (FDM, angl. fused deposition modelling, ali FFF, angl. fused filament fabrication) v zadnjem desetletju najbolj raziskana. Tehnologija za proizvodnjo lesno-plastičnih filamentov izhaja iz proizvodnje lesno-plastičnih kompozitov (LPK; angl. WPC), ki se uporabljajo že nekaj časa in katerih proizvodnja hitro narašča.

Pri tej tehnologiji polimerna matrica služi kot osnovna struktura in prenaša zunanost/obremenjuje lesne delce/vlakna, hkrati pa ščiti delce pred zunanjimi vplivi (Olakanmi in Strydom, 2016); deluje tudi kot zaščita pred vlago. Zato so LPK ugoden hibrid lastnosti lesa in plastike.

Lesno-polimerni filament se proizvajajo v različnih proizvodnih korakih, ki vključujejo pripravo lesnih delcev z mletjem na določeno velikost in mešanje s polimeri in dodatki, filament za granuliranje in ekstrudiranje, ki jih je nato mogoče uporabiti v komercialnih 3D-tiskalnikih. Zaradi korakov predhodne obdelave, vključenih v proizvodnjo filamentov, ki zajemajo mletje in sušenje lesa, je za to uporabo primeren širok nabor ostankov.

Delež lesa ali lesnih komponent v tehnologiji FDM je običajno 10–40 %, vendar nekatere tehnologije uporabljajo še večji delež lesa. Kariž in soavtorji so testirali lesne filamente z uporabo PLA z različnimi vsebnostmi lesnih delcev – od 10 do 50 %. V primerjavi s čistim PLA filament z 10 % vsebnostjo lesa izkazuje boljšo natezno trdnost (Kariž in sod., 2018). Pri večji vsebnosti lesa in večjih delcih se zamašijo šobe, kar vodi do neenakomernega pretoka materiala in praznin v 3D natisnjenih delih.

Največja vsebnost lesa, do 89 % masnega deleža, se uporablja v vzorcih, ki so natisnjeni s tehnologijo ekstrudiranja paste – LDM (angl. liquid deposition modeling).

Pri uporabi večjih deležev lesa je smiselno razmisliti o uporabi kompatibilizatorjev ali različnih tehnikah predpriprave lesnih delcev. Tako je na primer mogoče natezno trdnost in modul elastičnosti 3D natisnjenih LPK izboljšati z dodatkom že 1 % celuloznih nanovlaken (CNF). Izboljšane mehanske lastnosti 3D natisnjenih PLA/CNF-kompozitov pripisujemo večji kristaliničnosti in manjši poroznosti (Estakhrianhaghghi in sod., 2021). Za ustrezne lastnosti lesno-plastičnih kompozitov je treba tudi zagotoviti združljivost lesnih delcev in polimerov ali uporabiti dodatke, ki omogočajo vez med površino polimera in lesom. Adhezija med polimerom in lesnimi delci je skupek kemičnih vezi, difuzije in mehanskega sidranja (Olakanmi in Strydom, 2016). Z večjo adhezijo dosežemo manjšo poroznost materiala, boljšo medmolekularno difuzijo in tako boljše mehanske lastnosti. Eno od možnih preoblikovanj je tudi termična modifikacija, s katero zmanjšamo število OH-skupin – zmanjša se polarnost površine delcev zaradi razgradnje hemiceluloz, ki so najbolj higroskopna komponenta lesa (Stamm, 1964). Zmanjšana površinska polarnost omogoča boljšo združljivost z nepolarno površino polimerov in kljub slabšim mehanskim lastnostim termično preoblikovanih delcev se splošne lastnosti lesno-plastičnega kompozita izboljšajo (Kaboarani, Faezipour in Ebrahimi, 2008).

Z uporabo tiskanja z več materiali v kombinaciji z lesom lahko ustvarimo lesne kompozite po meri, ki ustvarjajo novo vedenje na makro ravni. Ti kompoziti izkoriščajo naravne lastnosti raztezanja in krčenja lesa, izboljšujejo lastnosti preoblikovanja lesa in zagotavljajo večji nadzor nad želeno ukrivljenostjo (Zuluaga in Menges, 2015). 4D natisnjeni predmeti niso več statični in jih je mogoče spremeniti v zapletene strukture s spreminjanjem velikosti, oblike, lastnosti in funkcionalnosti pod zunanjimi dražljaji, kar naredi 3D-predmet živ oz. dinamičen (Chu in sod., 2020).

Kljub vsemu na tej stopnji dodajalne tehnologije niso namenjene nadomestitvi običajnih proizvodnih tehnologij, temveč kombinaciji z njimi, saj so še vedno v razvojni fazi. Veliko področij uporabe lesa in njegovih komponent v dodajalnih tehnologijah pa je treba še raziskati (npr. dodatki nanoceluloze in neprekinjenih daljših vlaken/niti).

Literatura in viri:

- Chu, Honghui in sod. 2020. 4D Printing: A Review on Recent Progresses. *Micromachines* 11(9).
- Cosate de Andrade, Marina F., Patrícia M. S. Souza, Otávio Cavalett in Ana R. Morales. 2016. Life Cycle Assessment of Poly(Lactic Acid) (PLA): Comparison Between Chemical Recycling, Mechanical Recycling and Composting. *Journal of Polymers and the Environment* 24(4): 372–384.
- Cruz Sanchez, Fabio A., Hakim Boudaoud, Sandrine Hoppe in Mauricio Camargo. 2017. Polymer Recycling in an Open-Source Additive Manufacturing Context: Mechanical Issues. *Additive Manufacturing* 17(October): 87–105.
- Le Duigou, A. in sod. 2020. A Review of 3D and 4D Printing of Natural Fibre Biocomposites. *Materials and Design* 194.
- Estakhrianhaghghi, Ehsan in sod. 2021. Fdm 3D Printed Wood-Fiber Reinforced Architected Composites: 2021.

- Fortunati, E in sod. 2013. Okra (*Abelmoschus Esculentus*) Fibre Based PLA Composites: Mechanical Behaviour and Biodegradation. *Journal of Polymers and the Environment* 21(3): 726–37. <https://doi.org/10.1007/s10924-013-0571-5>.
- Hamad, Kotiba, Mosab Kaseem in Fawaz Deri. 2013. Recycling of Waste from Polymer Materials: An Overview of the Recent Works. *Polymer Degradation and Stability* 98: 2801–2812. <http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.09.025> (October 7, 2021).
- Kaboorani, Alireza, Mehdi Faezipour in Ghanbar Ebrahimi. 2008. Feasibility of Using Heat Treated Wood in Wood/Thermoplastic Composites. *undefined* 27(16–17): 1689–1699.
- Kariz, Mirko, Milan Sernek, Murčo Obučin in Manja Kitek Kuzman. 2018. Effect of Wood Content in FDM Filament on Properties of 3D Printed Parts. *Materials Today Communications* 14: 135–140.
- Krapež Tomec, Daša, in Mirko Kariž. 2022. Use of Wood in Additive Manufacturing: Review and Future Prospects. *Polymers* 14(6). </pmc/articles/PMC8949072/> (September 29, 2022).
- Mazzanti, Valentina, Lorenzo Malagutti in Francesco Mollica. 2019. FDM 3D Printing of Polymers Containing Natural Fillers: A Review of Their Mechanical Properties. *Polymers* 11(7): 1094.
- Mukherjee, Tapasi, in Nhol Kao. 2011. PLA Based Biopolymer Reinforced with Natural Fibre: A Review. *Journal of Polymers and the Environment* 19(3): 714–725.
- Murmura, Federica, in Laura Bravi. 2018. Additive Manufacturing in the Wood-Furniture Sector: Sustainability of the Technology, Benefits and Limitations of Adoption. *Journal of Manufacturing Technology Management* 29(2): 350–371.
- Olakanmi, Eytayo Olatunde, in Moses J. Strydom. 2016. Critical Materials and Processing Challenges Affecting the Interface and Functional Performance of Wood Polymer Composites (WPCs). *Materials Chemistry and Physics* 171: 290–302.
- Pakkanen, Jukka, Diego Manfredi, Paolo Minetola in Luca Iuliano. 2017. About the Use of Recycled or Biodegradable Filaments for Sustainability of 3D Printing: State of the Art and Research Opportunities. *Smart Innovation, Systems and Technologies* 68: 776–785.
- Peltola, Heidi, Elina Pääkkönen, Petri Jetsu in Sabine Heinemann. 2014. Wood Based PLA and PP Composites: Effect of Fibre Type and Matrix Polymer on Fibre Morphology, Dispersion and Composite Properties. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 61: 13–22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359835X14000335>.
- Stamm, A. J. 1964. *Wood and Cellulose Science*. Herndon, VA, U. S. A.: Ronald Press Company.
- Wasti, Sanjita, in Sushil Adhikari. 2020. Use of Biomaterials for 3D Printing by Fused Deposition Modeling Technique: A Review. *Frontiers in Chemistry* 8(May): 1–14.
- Wimmer, Rupert in sod. 2015. 3D Printing and Wood. *Pro-Ligno* 11(4): 144–149.
- Zuluaga, David Correa, in Achim Menges. 2015. 3D Printed Hygroscopic Programmable Material Systems. *Materials Research Society Symposium Proceedings* 1800: 24–31.

Ključne besede:

3D-tisk, lesno-plastični kompoziti, dodajalne tehnologije

Zahvale:

Študijo financira ARRS v okviru raziskovalnega programa št. P4-0015 Les in lignocelulozni kompoziti in programa Mladi raziskovalec (MR).

Vključenost ciljev trajnostnega razvoja v pedagoškem in raziskovalnem delu na primeru gozdarstva in lesarstva v okviru Biotehniške fakultete v Ljubljani

Zala Uhan,¹ Špela Pezdevšek Malovrh,¹ Matej Jošt² in Katarina Remic²

1 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

2 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1000 Ljubljana

E-naslov: zala.uhan@bf.uni-lj.si

Poudarki:

- Pedagoški in raziskovalni delavci na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani cilje trajnostnega razvoja v povprečju poznajo dobro in se pri svojem delu z njimi redno srečujejo.
- Kot najbolj pomemben cilj trajnostnega razvoja na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF prepoznavajo cilj 6 – *Čista voda in sanitarna ureditev* in cilj 15 – *Življenje na kopnem*, na Oddelku za lesarstvo BF pa cilj 9 – *Industrija, inovacije in infrastruktura*.
- V prihodnosti bodo zaposleni na obeh oddelkih v svoje pedagoško in raziskovalno delo vključevali več vsebin, povezanih s trajnostnim razvojem, poleg tega pa menijo, da bo njihov pomen naraščal.

Predavanje:

UVOD

Planet, na katerem živimo ljudje, še nikoli do zdaj ni bil tako poseljen niti tako onesnažen, kot je trenutno (Implementacija ciljev trajnostnega razvoja, 2020). Posledično se vse pogosteje spoprijemamo z novimi preizkušnjami, kot so gospodarska in finančna kriza, begunska kriza, zdravstvena kriza, regionalne napetosti in vojna ter podnebne spremembe (Implementacija ciljev trajnostnega razvoja, 2020). Da bi se uprli težavam, s katerimi se spopada človeštvo, je bila septembra 2015 na vrhu Organizacije združenih narodov o trajnostnem razvoju sprejeta Agenda 2030 za trajnostni razvoj (Agenda za ..., 2015). Agenda za trajnostni razvoj združuje tri razsežnosti trajnostnega razvoja – ekonomsko, socialno in okoljsko (Agenda za ..., 2015). Vse tri so vključene in se prepletajo med 17 krovnimi cilji trajnostnega razvoja (v nadaljevanju SDG) (slika 1) (Katila in sod., 2019).

V tesni povezavi s SDG pa sta bila prepoznana tudi gozdarstvo in lesarstvo (Baumgartner, 2019; Lesniková in Kánová, 2020). Gozdno-lesna veriga je z vidika trajnostnega razvoja še posebej pomembna predvsem zaradi doseganja trajnostnega in podnebno nevtralnega gospodarstva (Baumgartner, 2019; Katila in sod., 2019). V povezavi z gozdarstvom je največkrat omenjen cilj 15 – *Življenje na kopnem*, ki temelji na zaščiti in obnovi ter spodbujanju trajnostne rabe gozdov, preprečevanju dezertifikacije, zaustavitvi degradacije tal in zaustavitvi izgube biotske raznovrstnosti. Gozdovi imajo pomembno vlogo pri zmanjševanju tveganja naravnih nesreč, vključno s poplavami, sušami, zemeljskimi plazovi in drugimi ekstremnimi dogodki (United Nations, 2023). Poleg tega zagotavljajo tudi čisto vodo, kar prispeva k oskrbi z vodo in sanitarijami (cilj 6) (Katila in sod., 2019). Tudi lesarstvo, ki je najbolj prepoznano v povezavi z lesnopredelovalno industrijo, ponuja številne priložnosti za doseganje SDG-jev, največkrat pa je v povezavi z njim izpostavljen cilj 9 – *Industrija, inovacije in infrastruktura* (Mancini in sod., 2019). To se še posebej kaže v državah, ki so bogate z gozdom in imajo močno razvito lesnopredelovalno industrijo oziroma močan potencial za njen razvoj (Paul in sod., 2021;

Lesníková in Kánová, 2020). Lesarstvo in lesnopredelovalna industrija spodbujata razvoj sektorjev z dodano vrednostjo, kar se je že izkazalo kot gospodarsko zelo uspešno (Paul in sod., 2021; Lesníková in Kánová, 2020). Lesarstvo in lesnopredelovalna industrija pa se v kontekstu doseganja SDG močno povezujeta tudi s pridelavo kemikalij za farmacevtsko industrijo, kar pripomore predvsem k cilju 3 (Paul in sod., 2021; Lesníková in Kánová, 2020). Seveda pa je med gozdarstvom in lesarstvom pri doseganju SDG povezava, saj gozdarstvo podpira tudi industrijski razvoj in inovacije v lesarstvu (cilj 9) (Katila in sod., 2019). Poleg tega oba sektorja, gozdarstvo in lesarstvo, z lesno biomaso lahko prispevata k zmanjšanju globalne odvisnosti od fosilnih goriv za energijo (cilj 7) (Mancini in sod., 2019; Katila in sod., 2019). Gozdovi zagotavljajo obnovljive materiale, lesna industrija pa proizvaja trajne in dolgo obstojne proizvode, zato lahko gozdarstvo in lesarstvo pripomoreta tudi k odgovorni potrošnji in proizvodnji (cilj 12) (Mancini in sod., 2019; Katila in sod., 2019). Velika prepoznavnost obeh sektorjev je tudi v povezavi s podnebnimi spremembami (cilj 13), saj gozdovi na svetovni ravni blažijo podnebne spremembe s sekvestracijo ogljika, prispevajo k ravnovesju kisika, ogljikovega dioksida in vlage v zraku ter varujejo vodna območja, ki zagotavljajo 75 % sladke vode (United Nations, 2023, Baumgartner, 2019; Katila in sod., 2019). Lesarstvo in lesna industrija pa k cilju 13 pripomoreta predvsem z dolgotrajnim shranjevanjem ogljika, če se les uporablja kot nadomestilo drugih gradbenih materialov (učinek substitucije) (Mancini in sod., 2019). Gozdarstvo in lesarstvo lahko povežemo tudi z doseganjem cilja 8, saj obe stroki prispevata k doseganju zagotavljanja dostojnega dela, dohodki iz gozdarstva in lesnopredelovalne industrije pa k odpravi revščine (SDG 1) (Mancini in sod., 2019; Katila in sod., 2019).



Slika 1: Krovni cilji trajnostnega razvoja (vir: SURS, 2023)

Tako v svetu kot v Sloveniji so SDG prepoznani kot pomembni za doseganje trajnostnega razvoja. To se kaže tudi v nedavno sprejetih političnih dokumentih, kot so npr. Strategija razvoja Slovenije do leta 2030 (2017), Slovenska industrijska strategija 2021–2030 (2021), Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja za obdobje 2020–2030 (2020) in Operativni program za izvajanje nacionalnega gozdnega programa za obdobje 2022–2026 (2022). Poleg tega se k doseganju SDG zavezuje tudi Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani v Strategiji Biotehniške fakultete 2022–2027 in Akcijskem načrtu Biotehniške fakultete, kjer sta med glavnimi cilji tudi trajnostno upravljanje in raba naravnih virov. Zaradi naraščanja pomena SDG in njihove vključenosti v cilje Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani nas je v raziskavi zanimalo, kako na oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in na oddelku za lesarstvo pedagoški in raziskovalni delavci poznajo in vključujejo SDG-je v svoje delo.

METODE DELA

Za namen raziskave smo pripravili anketni vprašalnik, ki je bil po elektronski pošti poslan vsem pedagoškim in raziskovalnim delavcem na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Vprašalnik je vseboval skupaj 19 vprašanj, ki so se navezovala na splošno poznavanje SDG-jev, njihovo vključenost v pedagoško in raziskovalno delo ter pomembnost SDG-jev

z vidika vpliva na študente, gospodarstvo in splošno javnost. Vprašalnik je bil pripravljen s pomočjo spletnega orodja 1KA in je bil odprt od 4. do 19. aprila 2023. Podatke smo pozneje statistično obdelali s programom Microsoft Office Excel.

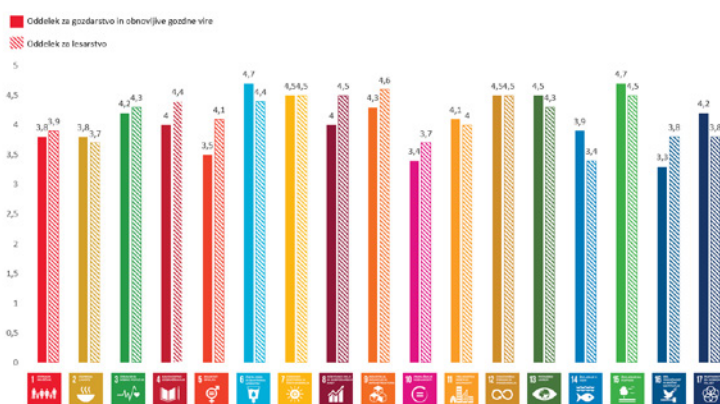
Med aktivnostjo ankete jo je delno izpolnilo 61 oseb, 51 % z oddelka za gozdarstvo in obnovljive vire in 49 % z oddelka za lesarstvo, kar pomeni, da je v njej skupaj sodelovalo 73 % vseh pedagoških in raziskovalnih delavcev z obeh oddelkov. V celoti izpolnjenih anket je bilo 67 %.

REZULTATI

Večina anketirancev (90 %) je raziskovalno aktivnih, kot pedagoško aktivnih pa se jih je od vseh vprašanih opredelilo 66 %. Največji delež anketirancev so obsegali asistenti in raziskovalci (31 %), sledijo docenti (23 %), redni profesorji (20 %), strokovni sodelavci in višji strokovni sodelavci (13 %) ter izredni profesorji (8 %). V raziskavi sta sodelovala tudi višji predavatelj in učitelj veščin.

Anketiranci so na Likertovi lestvici od 1 (Cilje trajnostnega razvoja zelo slabo poznam.) do 5 (Cilje trajnostnega razvoja zelo dobro poznam.) svoje poznavanje SDG-jev v povprečju ocenili s 3,4; pri čemer je bil standardni odklon 1,05. Čeprav je ocena poznavanja SDG-jev relativno nizka, pa je 91 % vprašanih odgovorilo, da so se s SDG-ji pri svojem delu že srečali. Dodatno so pojasnili, da se s SDG-ji redno srečujejo med prebiranjem strokovne in znanstvene literature, na različnih posvetih in konferencah, v okviru projektov ter v sklopu akcijskega načrta Biotehniške fakultete UL. Poleg tega se z njimi srečujejo tudi pri pregledovanju in pripravi raznih političnih in zakonodajnih dokumentov.

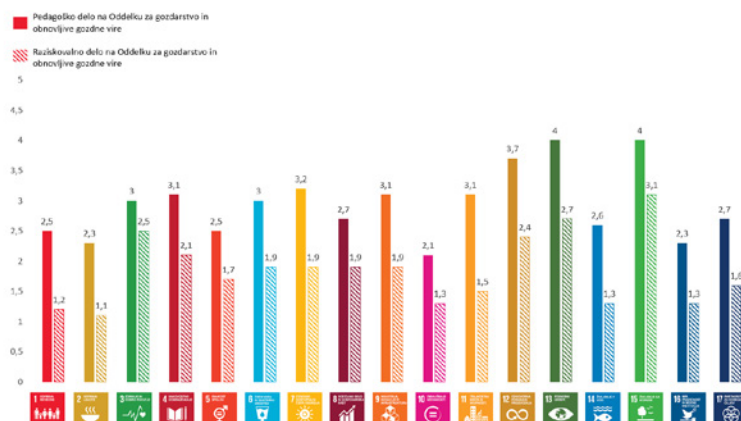
Sledilo je vprašanje o splošni pomembnosti SDG-jev za gozdarstvo ali lesarstvo (slika 2). Tudi pri tem vprašanju smo uporabili petstopenjsko Likertovo lestvico. Za področje gozdarstva sta bila v povprečju z najvišjo oceno pomembnosti (4,7) ocenjena cilj 6 – Čista voda in sanitarna ureditev in cilj 15 – Življenje na kopnem. Rezultat je pričakovan, saj gozdovi zagotavljajo čisto vodo, cilj 15 pa temelji na zaščiti in obnovi ter spodbujanju trajnostne rabe gozdov, preprečevanju dezertifikacije, zaustavitvi degradacije tal in izgube biotske raznovrstnosti (United Nations, 2023). Kot zelo pomembni pa so se izkazali še cilj 7 – Cenovno dostopna in čista energija, cilj 12 – Odgovorna poraba in proizvodnja in cilj 13 – Podnebni ukrepi. Za področje lesarstva pa je bil s povprečno oceno 4,6 kot najpomembnejši ocenjen cilj 9 – Industrija, inovacije in infrastruktura. Pričakovano je, da so anketiranci cilj 9, ki se neposredno navezuje na lesarsko industrijo, izbrali kot najpomembnejši. Poleg cilja 9 pa so anketiranci z oddelka za lesarstvo kot pomembne prepoznali še cilj 7, cilj 12 in cilj 15, ki so bili prepoznani tudi med zaposlenimi na oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Dodatno pa so zaposleni na oddelku za lesarstvo prepoznali še cilj 8 – Dostojno delo in gospodarska rast, ki se navezuje predvsem na napredek in spodbujanje trajnostne gospodarske rasti.



Slika 2: Pomembnost posameznega SDG-ja za področje gozdarstva ali lesarstva.

Na sliki 3 so prikazani odgovori na vprašanje, koliko zaposleni na oddelku za gozdarstvo in obnovljive vire vključujejo cilje trajnostnega razvoja v svoje pedagoško in raziskovalno delo. Ugotovljeno je bilo, da predavatelji s tega oddelka v svoje pedagoško delo najpogosteje vključujejo cilj 13 – Podnebni ukrepi (ocena 4,0) in cilj 15 – Življenje na kopnem (ocena 4,0), saj se oba navezujeta na trajnostno rabo naravnih virov. Ugotovljeno je bilo,

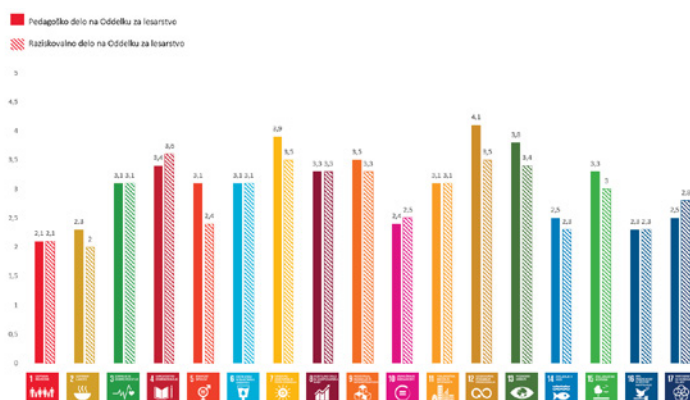
da se raziskovalno delo zaposlenih na oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire prav tako najpogosteje navezuje na cilj 15 (ocena 3,1) in cilj 13 (ocena 2,7).



Slika 3: Vključenost SDG-jev v pedagoško in raziskovalno delo na oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Na sliki 4 so prikazani odgovori na vprašanje, koliko zaposleni na oddelku za lesarstvo vključujejo cilje trajnostnega razvoja v svoje pedagoško in raziskovalno delo. Predavatelji s tega oddelka največkrat v svoj pedagoški proces vključujejo cilj 12 – *Odgovorna poraba in proizvodnja* (ocena 4,1) in cilj 7 – *Cenovno dostopna čista energija* (ocena 3,9). Raziskovalno delo zaposlenih na oddelku za lesarstvo se najpogosteje navezuje na cilj 4 – *Kakovostno izobraževanje* (ocena 3,6) in cilj 7 – *Cenovno dostopna čista energija* (ocena 3,5).

Iz slik 3 in 4 je razvidno, da se SDG-ji v primerjavi s pedagoškim procesom manj navezujejo na raziskovalni proces. Iz rezultatov pa je razvidno, da je pedagoško delo zaposlenih na oddelku za gozdarstvo v tesni povezavi z raziskovalnim delom, saj so bili kot najpomembnejši prepoznani enaki SDG-ji, medtem ko je na oddelku za lesarstvo prišlo do nekakšnih odstopanj, med najbolj vključenimi se je namreč pojavil cilj 4.



Slika 4: Vključenost SDG-jev v pedagoško in raziskovalno delo na oddelku za lesarstvo.

Na vprašanje, ali nameravajo v svoje pedagoško in/ali raziskovalno delo v prihodnosti vključevati več vsebin, ki so povezane s SDG-ji, so anketiranci na Likertovi lestvici od 1 (Ciljev trajnostnega razvoja sploh ne bom vključeval/a.) do 5 (Cilje trajnostnega razvoja bom zagotovo vključeval/a.) ocenili s povprečno oceno 3,7; s standardnim odklonom 1,06. S povprečno oceno 3,9 in standardnim odklonom 1,09 so vprašani ocenili, da z vključevanjem SDG-jev v svoje delo prispevajo k večji ozaveščenosti študentov o trajnostnem razvoju. Podobno (s povprečno oceno 4 in standardnim odklonom 0,88) so ocenili svojo zmožnost vplivanja na študente in njihovo trajnostno usmerjenost. Slabše (s povprečno oceno 3,4 in standardnim odklonom 1,22) so ocenili, da z vključevanjem SDG-jev v svoje delo prispevajo k večji ozaveščenosti gospodarstva o trajnostnem razvoju, še z nekoliko manjšo povprečno oceno (3,2 s standardnim odklonom 1,04) pa so opredelili svojo zmožnost vplivanja na gospodarstvo in nadaljnjo trajnostno usmerjenost gospodarstva. Nižji oceni z večjima standardnima odklonoma bi lahko pojasnili z raznolikostjo raziskovalno/pedagoških področij, saj se nekatera bistveno bolj navezujejo na gospodarstvo v Sloveniji kot druga.

V nadaljevanju ankete so vprašani na Likertovi lestvici od 1 (Cilji trajnostnega razvoja ne bodo imeli pomena.) do 5 (Cilji trajnostnega razvoja bodo ključnega pomena.) ocenili, kakšen bo po njihovem mnenju pomen SDG-jev v prihodnosti za gozdarstvo oziroma lesarstvo. Vprašani so za obe področji prepoznali, da bo pomen SDG-jev naraščal, saj so tako za gozdarstvo kot tudi za lesarstvo podali oceno 4,1 (standardni odklon za gozdarstvo je bil 1, za lesarstvo 0,93). Nobeden izmed vprašanih ni odgovoril, da cilji trajnostnega razvoja ne bodo imeli pomena za gozdarstvo oziroma lesarstvo. Prav tako so s povprečno oceno 4,1 in standardnim odklonom 0,88 ocenili pomen SDG-jev v prihodnosti za razvoj Slovenije, kar pomeni, da bodo SDG lahko odigrali pomembno vlogo v prihodnosti.

Na podlagi rezultatov ankete lahko sklenemo, da so SDG v gozdarstvu in lesarstvu prepoznani kot pomembni, saj so vključeni v pedagoški in raziskovalni proces pedagoških in raziskovalnih delavcev na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. To, da so SDG-ji vključeni v pedagoški in raziskovalni proces na obeh oddelkih, pa lahko v prihodnosti prispeva k doseganju teh ciljev.

Literatura in viri:

- Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030. 2015. Dostopno na: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MZZ/Dokumenti/multilateral/razvojno-sodelovanje/publikacije/Agenda_za_trajnostni_razvoj_2030.pdf (20. 4. 2023).
- Akcijski načrt Biotehniške fakultete. 2022.
- Atanasov, A. 2020. Non-Financial Reporting – A Step Towards Improving The Sustainability Of The Wood-Based Industries.
- Baumgartner, R. J. 2019. Sustainable Development Goals and the Forest Sector-A Complex Relationship. *Forests* 10(2). doi: [10.3390/f10020152](https://doi.org/10.3390/f10020152).
- Implementacija ciljev trajnostnega razvoja. 2020. https://slovenia2030.si/files/VNR2020_Slovenia-SI.pdf.
- Katila, P., Carol J. Pierce C., Wil de J., Galloway G., Pacheco P., Winkel G. 2019. Sustainable Development Goals. Cambridge University Press.
- Lesnikova, P., Kanova, M. 2020. Sustainable Development Goal Industry and Innovation: Challenge for Wood-Processing Industry in Slovakia. Str. 165–170. Objavljeno v: Sustainability of Forest-Based Industries in the Global Economy, uredil D. Jelacic. Zagreb: Woodema, Ia-Int Assoc Econ & Manag Wood Processing & Furn Manuf.
- Maier, D. 2021. Building Materials Made of Wood Waste a Solution to Achieve the Sustainable Development Goals. *Materials* 14(24): 7638. doi: [10.3390/ma14247638](https://doi.org/10.3390/ma14247638).
- Mancini, L., Vidal B., Vizzarri M., Grassi G., Wittmer D., Pennington D. 2019. Mapping the role of Raw Materials in Sustainable Development Goals. A preliminary analysis of links, monitoring indicators and related policy initiatives.
- Operativni program za izvajanje nacionalnega gozdnega programa za obdobje 2022–2026. 2022.
- Paul, S., Syed M. A., Mohd A. H., Sanjoy K. P., Golam K. 2022. Critical Success Factors for Supply Chain Sustainability in the Wood Industry: An Integrated PCA-ISM Model. *Sustainability* 14(3): 1863. doi: [10.3390/su14031863](https://doi.org/10.3390/su14031863).
- Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja za obdobje 2020–2030. 2020.
- Slovenska industrijska strategija 2021–2030. 2021.
- Strategija Biotehniške fakultete 2022–2027. 2022.
- Strategija razvoja Slovenije do leta 2030. 2017.
- United Nations. 2023. Forests: Related SDGs. Dostopno na: <https://sdgs.un.org/topics/forests> (20. 4. 2023).

Ključne besede:

cilji trajnostnega razvoja, gozdarstvo, lesarstvo, izobraževanje, raziskovanje

Zahvale:

Raziskavo je finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) v okviru programa Les in lignocelulozni kompoziti (P4-0015) in programa Gozd, gozdarstvo in obnovljivi gozdni viri (P4-0059). Za sodelovanje v raziskavi bi se zahvalili vsem pedagoškim in raziskovalnim delavcem, ki so prispevali svoje mnenje.

Vpliv velikopovršinskih motenj gozdov na kroženje vode v kraških vodonosnikih

Urša Vilhar,¹ Mitja Ferlan,¹ Janez Kermavnar,¹ Blaž Kogovšek,² Erika Kozamernik,¹ Aleksander Marinšek,¹ Janez Mulec,² Cyril Mayaud,² Magdalena Năpăruș-Aljančič,² Metka Petrič,² Tanja Pipan,² David Štefanič,¹ Daniel Žlindra,¹ Lara Valentič² in Nataša Ravbar²

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

2 ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija; Krasoslovno študijsko središče UNESCO, Univerza v Novi Gorici, Glavni trg 8, 5271 Vipava, Slovenija

E-naslov: ursa.vilhar@gozdis.si

Poudarki:

- Velikopovršinske motnje gozdov vplivajo na kroženje vode v kraških vodonosnikih.
- Predstavljamo zasnovo in prve rezultate holističnega okoljskega monitoringa ozračje-vegetacija-tla-nezasičena cona v kraškem vodonosniku reke Unice.

Predavanje:

Velikopovršinske motnje gozdov so del razvoja gozdnih ekosistemov. Vplivi obsežnih in hitrih poškodb gozdne vegetacije ter drugih drastičnih sprememb v gozdnih ekosistemih so neločljivo povezani s hidrološkimi procesi, kot so evapotranspiracija, hidrologija tal in procesi napajanja. Med vsemi hidrogeološkimi sistemi so kraški vodonosniki pomembni zaradi bogate in edinstvene biotske raznovrstnosti, heterogenosti in virov podzemne vode. Hkrati so zanje značilni kraški pojavi in procesi, zaradi katerih so zelo občutljivi za okoljske spremembe. Kljub pomembni vlogi kraških vodnih virov pri zagotavljanju pitne vode za prebivalstvo je malo študij, ki bi ustrezno ocenile vpliv okoljskih sprememb na njihovo količino in kakovost. Učinki velikopovršinskih motenj gozdov so bili obravnavani le obrobno, čeprav je izhlapevanje vode iz tal in epikrasa priznано kot pomemben proces, ki vpliva na hidrološki cikel na kraških območjih. V številnih hidroloških študijah sta bila vloga in pomen vegetacije v mehanizmi infiltracije, zlasti vpliv dreves in njihove koreninske mreže, v veliki meri zanemarjena. V tej študiji predstavljamo celosten pristop k raziskovanju procesov infiltracije v kraškem vodonosniku. Za boljše razumevanje infiltracije v različnih sistemih kraškega vodonosnika je bil zasnovan holistični okoljski monitoring sistema ozračje-vegetacija-tla-nezasičena cona. Posebna pozornost je namenjena različnim razvojnim fazam gozda po velikopovršinskih motnjah in morfologiji kraškega terena. Na površju in pod njim se merijo količina padavin, prestrezanje krošenj v gozdu in vrzelih, vsebnost vlage v tleh in temperatura tal. Te meritve se izvajajo na območju jamskega sistema eLTER Postojna–Planina, tj. na uravnavah in v vrtačah, v podzemlju pa se v jamskih kapnikih merijo odtok vode, temperatura in električna prevodnost. Z opazovanjem časovnega zamika izmerjenih parametrov glede na padavinske dogodke ocenjujemo in količinsko opredeljujemo infiltracijo učinkovitih padavin v vodonosnik. Rezultati nam bodo omogočili razlikovanje razmer napajanja v različnih fazah razvoja gozda po velikopovršinskih motnjah in v različnih geomorfoloških razmerah. Rezultati bodo služili kot vhodni podatki za vegetacijsko-hidrološko modeliranje razmer napajanja in za oceno učinkov velikopovršinskih motenj v gozdu na vodno bilanco celotnega kraškega vodonosnega sistema.

Literatura in viri:

Vilhar, U., Kermavnar, J., Kozamernik, E., Petrič, M., Ravbar, N. (2022). The effects of large-scale forest disturbances on hydrology – An overview with special emphasis on karst aquifer systems. *Earth-Science Reviews*, 104243.

Ravbar, N. in Pipan, T. 2022. Karst Groundwater Dependent Ecosystems—Typology, Vulnerability and Protection*. In: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, eds.), Elsevier, Kovačič, G., Petrič, M. in Ravbar, N. (2020). Evaluation and Quantification of the Effects of Climate and Vegetation Cover Change on Karst Water Sources: Case Studies of Two Springs in South-Western Slovenia. *Water*, 11, 3087.

Ključne besede:

velikopovršinske motnje, gozd, kras, infiltracijski procesi, napajanje vodonosnika, kraška hidrogeologija, holistični okoljski monitoring

Zahvale:

Raziskava poteka v okviru projekta eLTER PPP, projekta skupnosti eLTER PLUS in Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost slovenskega RRI prostora – RI-SI-LifeWatch, ki ga financirajo Republika Slovenija, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport RS ter Evropska unija iz Evropskega regionalnega Sklada za regionalni razvoj. Zahvaljujemo se tudi Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo v okviru projektov Infiltracijski procesi v gozdnatih kraških vodonosnikih v spreminjajočem se okolju (št. J2-1743), raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (št. P4-0107) in Raziskovanje krasa (št. P6-0119).

PREDSTAVITVE PLAKATOV IN IZBRANIH PROJEKTOV

Provenienčni poskusi nove generacije

Marjana Westergren,¹ Gregor Božič,¹ Andrej Breznikar,² Natalija Dovč,¹ Hojka Kraigher¹ in konzorcij OptFORESTS³

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

2 Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

3 INRAE, 69 route d'Arcachon, 33610 Cestas, Francija

E-naslov: marjana.westergren@gozdis.si

Poudarki:

- Provenienčni poskusi so nujni za proučevanje odziva populacij dreves na spremembe v okolju; zanimanje za nove provenienčne poskuse v Evropi narašča.
- V Evropi je veliko zanimanje za snovanje novih provenienčnih oz. genetskih testov, z namenom odkriti skrite reakcijske norme, sposobnost prilagajanja provenienc in poiskati najbolj uspešne/odporne kombinacije drevesnih vrst in provenienc itn.

Predavanje:

V času podnebnih sprememb je treba naravno obnovo gozdov pogosto dopolniti s sadnjo sadik primerne izvora. Pri snovanju gozdov s sadnjo moramo upoštevati izvor sadilnega materiala, njegovo genetsko in vrstno pestrost. V okviru mednarodnega projekta OptFORESTS in nacionalnega projekta V4-2222 bomo v prihodnjih treh letih zasnovali štiri provenienčne poskuse, in sicer dva v okviru mreže 26 provenienčnih poskusov OptFORESTS in dva poskusa georeferencirane sadnje v obliki dopolnilne sadnje. Poskusi bodo vsebovali tri ali pet drevesnih vrst, vsaka pa bo zastopana z vsaj dvema proveniencama. Prispevek bo predstavil predvidene lokacije provenienčnih poskusov, njihovo zasnovano in uporabnost pri načrtovanju dolgoročnega gospodarjenja z gozdovi.

Ključne besede:

gozdarstvo, sadnja, genetska pestrost, vrstna pestrost, orodje za prihodnost

Zahvale:

Načrti za provenienčne poskuse so nastali v okviru projektov Obzorje Evrope OptFORESTS (101081774) in CRP V4-2222, ki sta ga sofinancirala ARRS in MKGP.

Vpliv klime na fenologijo listov in kambija pri puhastem hrastu: njuna povezanost in vpliv na prevodnost lesa in floema

Jožica Gričar,¹ Jernej Jevšenak,¹ Polona Hafner,¹ Peter Prislan,¹ Mitja Ferlan,¹ Martina Lavrič,¹ Dominik Vodnik² in Klemen Eler²

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

2 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

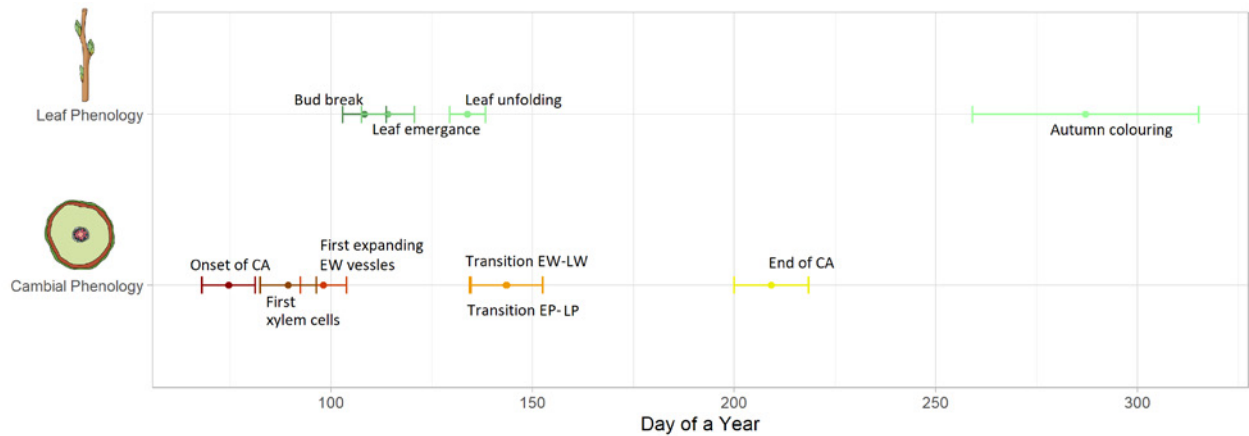
E-naslov: jozica.gricar@gozdis.si

Poudarki:

- Fenološke faze razvoja listov in debelinske rasti pri puhastem hrastu časovno ne sovpadajo.
- Čeprav je za vsako fenološko fazo značilna časovna variabilnost, je kronološko zaporedje fenoloških dogodkov dokaj fiksno.
- Vpliv okolja na debelinsko rast puhastega hrasta se odraža v anatomiji lesa in floema.

Predavanje:

Povečana pogostost in jakost stresnih dogodkov vplivata na dinamiko rasti in uspevanje dreves. Drevesa se spremembam okolja poskušajo prilagoditi s časovno dinamiko razvoja tkiv in organov ter njihovo strukturo. V raziskavi smo analizirali vplive okolja (temperatura, padavine, VPD-deficit vodne pare in SWC-vsebnost vode v tleh) na fenologijo listov, sezonsko dinamiko debelinske rasti ter anatomijo lesa in floema pri puhastem hrastu na Podgorskem krasu v letih 2014–2019. V tem obdobju smo zaznali različne neugodne vremenske dogodke, in sicer spomladansko sušo leta 2015, poletni požar leta 2016 in poletno sušo leta 2017. Rezultati so pokazali, da se fenološke faze listov in kambija pri vseh drevesih puhastega hrasta ne pojavljajo hkrati, kar kaže, da so ti procesi podvrženi različnim okoljskim in notranjim vplivom. Čeprav je bila za vsako fenološko fazo značilna časovna variabilnost, je bilo kronološko zaporedje fenoloških dogodkov dokaj fiksno (slika 1). Različni podnebni dejavniki spomladi različno vplivajo na posamezne faze razvoja lista. Na širino prirastkov lesa in floema imajo vroča in suha poletja negativen vpliv, medtem ko ima povečana dostopnost vode poleti in pozimi pozitiven vpliv. Potrdili smo vpliv razmer v pretekli rasti sezoni na časovno komponento fenologije listov in kambija v tekoči rasti sezoni. Z analizo podatkov o floemu smo dobili podroben vpogled v časovno povezanost fenologije kambija in listov ter prilagoditvene strategije prevodnih tkiv sredozemskega puhastega hrasta na različne okoljske omejitve, vključno s pogostimi ekstremnimi vremenskimi dogodki (suša, požar). Potrjen vpliv vremenskih razmer na strukturo lesa in floema kaže, da bodo prihajajoče podnebne spremembe vplivale na časovno dinamiko razvoja listov in debelinsko rast, kar se bo odražalo v strukturi lesa in floema ter hidravličnih značilnostih prevodnih elementov. Kako bodo te strukturne spremembe vplivale na fiziološke procese in delovanje dreves, ostaja predmet prihodnjih raziskav.



Slika 1. Zaporedje časovnih faz razvoja listov in debelinske rasti pri puhastem hrastu. CA – kambijeva aktivnost, EW – rani les, LW – kasni les, EP – rani floem, LP – kasni floem.

Literatura in viri:

Gričar, J., Jevšenak, J., Hafner, P., Prislán, P., Ferlan, M., Lavrič, M., Vodnik, D., Eler, K. 2022. Climatic regulation of leaf and cambial phenology in *Quercus pubescens*: their interlinkage and impact on xylem and phloem conduits. *Science of the Total Environment* 802, 149968. [10.1016/j.scitotenv.2021.149968](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149968).

Ključne besede:

Quercus pubescens, debelinska rast, traheja ranega lesa, sitasta cev, kambij, Kras

Zahvale:

Hvala G. Skobernetu, A. Vedenik, B. Zupancu, G. Leskovcu in R. Krajncu za podporo v laboratoriju in na terenu. Financerji: Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), raziskovalni programi P4-0085, P4-0107 in P4-0430 ter projekti: J4-7203, J4-9297, J4-2540 in Z4-8217.

Videoprikaz vzorčenja in priprave trajnih preparatov za spremljanje sezonskega nastajanja lesa in floema

Gregor Skoberne,¹ Jožica Gričar,¹ Edurne Martinez del Castillo,² Neža Špenko¹ in Peter Prislán¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

2 Univerza Johannes Gutenberg, Oddelek za geografijo, Mainz, Nemčija

E-naslov: gregor.skoberne@gozdis.si

Poudarki:

- Za spremljanje sezonskega nastajanja lesa in floema so potrebna vzorčenja tkiv iz dreves v kratkih časovnih intervalih ter priprava kakovostnih trajnih preparatov za histometrične analize tkiv.
- Predstavljamo didaktični video, ki prikazuje kritične korake pri vzorčenju in pripravi kakovostnih trajnih preparatov za raziskave sezonske dinamike debelinske rasti dreves.

Predavanje:

Spremljanje sezonske produktivnosti kambija je pomembno za oceno dinamike debelinske rasti dreves ter vpliva okoljskih dejavnikov na procese nastajanja lesa (lesne branike) in skorje (floemske branike). Dolgoročne raziskave sezonskega nastajanja lesa in floema, ki se opravljajo več let in na rastiščih z različnimi okoljskimi razmerami, nam omogočajo boljše razumevanje zvez med vplivom podnebnih sprememb na produktivnost dreves različnih vrst, kakovostjo lesa in vezavo ogljika. Za podatke, ki jih pridobimo, je značilna visoka časovna ločljivost, saj vzorce zbiramo v tedenskih ali dvotedenskih intervalih med rastno sezono. Tovrstne raziskave opravljajo številne mednarodne raziskovalne skupine, kar nam omogoča, da podatke združujemo v obširne podatkovne baze, ki so podlaga za podrobnejše globalne analize odnosov med okoljem in sezonsko debelinsko rastjo dreves za različne vrste iz različnih podnebnih tipov (zmerni, borealni, sredozemski itd.). Zato morajo biti podatki med raziskovalnimi skupinami pridobljeni po standardiziranih postopkih, kar omogoča primerljivost med laboratoriji. Na kakovost podatkov nastajanja lesa in skorje vplivajo: (I) tehnični postopki (tj. zbiranje in priprava vzorcev), (II) izvedbe meritev (npr. fenološka opazovanja, štetje celic ali meritve prirastkov) in (III) analiza in interpretacija podatkov. V omenjenem videoposnetku opisujemo protokol za vzorčenje mikroizvrtkov lesa in pripravo kakovostnih trajnih preparatov za svetlobno mikroskopijo.

Literatura in viri:

Prislán, P., Martinez del Castillo, E., Skoberne, G., Špenko, N., Gričar, J. 2022. Sample preparation protocol for wood and phloem formation analyses. *Dendrochronologia* 73, 125959. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S112578652200039X>.

Ključne besede:

ksilogeneza, floemogeneza, debelinski prirastek, svetlobna mikroskopija, kambij

Zahvale:

Financerji: Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), raziskovalna programa P4-0430 in P4-0107 ter projekti: J4-7203, J4-9297, J4-2540, Z4-7318, V4-2016 in V4-2017. EMC je financirana iz fundacije Alexander von Humboldt.

Vpliv eksperimentalne suše na vitalnost ektomikorize in združbo ektomikoriznih gliv puhastega hrasta na Podgorskem krasu

Tanja Mrak¹, Mitja Ferlan¹ in Tina Unuk Nahberger¹

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

E-naslov: tanja.mrak@gozdis.si

Poudarki:

- Zaradi enoletne eksperimentalne suše so statistično značilno upadli vitalnost, vrstno bogastvo in pestrost ektomikorize.
- Združba ektomikoriznih gliv na sušnih ploskvah se je po enem letu eksperimentalne suše značilno razlikovala od kontrolnih ploskev.

Predavanje:

S podnebnimi spremembami se povečujejo verjetnost in pogostost pojavljanja ter dolžina sušnih obdobij v submediteranu, kar bi lahko prizadelo celo drevesne vrste, prilagojene sušnim razmeram, kot je puhasti hrast. Puhasti hrast uspeva v simbiozi z ektomikoriznimi glivami, ki podpirajo preskrbo dreves z vodo in hranili. Z raziskavo smo ugotavljali vpliv eksperimentalne suše na ektomikorizne glive puhastega hrasta. Za poskus smo izbrali štiri skupine dreves puhastega hrasta na Podgorskem krasu. Dve skupini smo določili za kontrolni, pod dvema pa smo 0,5 m od tal postavili streho iz valovite plastike, ki je prekrivala večji del tal. Vzorčenje ektomikoriznih korenin smo izvedli pred začetkom poskusa spomladi 2021 ter po enem letu eksperimentalne suše. Ektomikorizne vršičke smo ločili na vitalne in odmrle ter vitalne vršičke morfološko-anatomsko karakterizirali ter molekularno identificirali. Število odmrlih vršičkov smo ocenili s pomočjo programske opreme WinRhizo. Skupaj smo na območju identificirali 76 morfotipov/taksonov, od tega 58 leta 2021 in 52 leta 2022. Po enem letu eksperimentalne suše so statistično značilno upadli vitalnost, vrstno bogastvo in Shannonov indeks pestrosti ektomikorize na sušnih ploskvah v primerjavi s kontrolnimi, medtem ko v indeksu izenačenosti ni bilo razlik. Opazili smo tudi statistično značilne razlike v združbah gliv ECM.

Ključne besede:

Quercus pubescens, Kras, ektomikoriza, podnebne spremembe, suša

Zahvale:

Raziskava je del projekta J4-2540 Umiranje dreves v submediteranu: zaporedje procesov, njihova medsebojna povezanost in prihodnja perspektiva, ki ga je financirala ARRS.

LIFE SySTEMiC: mikrobiom tal v treh sistemih gojenja bukovih gozdov

Nataša Šibanc,¹ Marko Bajc,¹ Andrej Breznikar,^{1,2} Rok Damjanić,^{1,2} Natalija Dovč,¹ Tine Grebenc,¹ Miran Lanšćak,³ Tijana Martinović,^{1,4} Tanja Mrak,¹ Donatella Paffetti,⁵ Davide Travaglini,⁵ Tina Unuk Nahberger,¹ Cristina Vettori⁶ in Hojka Kraigher¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

2 Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

3 Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvaška

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

5 University of Florence, Via San Bonaventura, 13, Firenze, Italija

6 Institute of Biosciences and BioResources, Polo Scientifico CNR, Via Madonna del Piano 10, Sesto Fiorentino, Italija

E-naslov: natasa.sibanc@gozdis.si

Poudarki:

- Izbira pravilnega gozdnogojitvenega sistema je ključna za ohranjanje gozdnih genskih virov na vseh ravneh.
- V bukovih gozdovih z različno intenziteto gojenja gozdov smo analizirali združbo bakterij, gliv in arhej ter aktivno združbo ektomikoriznih gliv na koreninskih vršičkih.
- Največjo vrstno pestrost bakterij in gliv smo našli na območju pragozdov, največjo vrstno pestrost aktivne ektomikorize pa v gozdovih s srednjo intenziteto gojenja.

Predavanje:

Raziskave vpliva različnih gozdnogojitvenih sistemov na biodiverzitetu tal so zahtevne zaradi velike variabilnosti v talnih lastnostih in razpoložljivih hranilih, ki so posledica različnih ukrepov gospodarjenja. Vendar je izbira pravilnega gozdnogojitvenega sistema ključna za ohranitev biotske raznovrstnosti gozdnih ekosistemov na vseh ravneh. V projektu LIFE SySTEMic proučujemo različne načine gojenja gozdov z namenom ohranjanja gozdnih genskih virov ter biotske raznovrstnosti tal, s čimer bi podprli stabilen in genetsko pester gozd, ki bi uspešno kljuboval in se prilagajal na prihajajoče okoljske spremembe.

Raziskave vpliva gozdnogojitvenih sistemov na biodiverzitetu tal smo izvedli v bukovih (*Fagus sylvatica*) gozdovih z različno intenziteto gospodarjenja od negospodarjenega gozda (pragozda), prebiralnega gospodarjenja, skupinskega postopnega gospodarjenja do zastornega gospodarjenja z gozdovi na območju Italije, Hrvaške in Slovenije. V homogeniziranih talnih vzorcih smo z visokozmogljivostnim sekvenciranjem (Illumina MiSeq) analizirali in določili združbo bakterij (označevalec 16S v rDNA; Klindworth in sod., 2013), gliv (označevalec ITS2 v rDNA; Ihrmark in sod., 2012) in arhej (označevalec 16S v rDNA; Bahram in sod., 2019), medtem ko smo na očiščenih koreninah analizirali aktivno združbo ektomikoriznih gliv. Preliminarni rezultati so pokazali značilno večjo vrstno pestrost bakterij in gliv na območju pragozdov ter značilno različno združbo bakterij in gliv (Adonis, vegan R) na območju srednje intenzitete gospodarjenja (prebiralnega, skupinskega postopnega) v primerjavi s pragozdovi in zastornim načinom gospodarjenja z gozdovi, ki pa sta neposredno povezana z vrednostjo pH tal na teh območjih. Ugotovili smo tudi značilno najmanjšo vrstno pestrost združbe aktivnih ektomikoriznih gliv na območju, v okviru projektnih raziskav, najbolj intenzivnega gospodarjenja (zastorno gospodarjenje) v primerjavi z območji z manjšo intenziteto gospodarjenja. Na podlagi rezultatov

lahko sklepamo, da so pragozdovi naravni rezervati talne biodiverzitete ter da je pomembno, da izberemo gozdnogojitveni sistem, ki se tej diverziteti najbolj približa in jo tako najbolj ohranja.

Literatura in viri:

Bahram M in sod., 2019. Newly designed 16S rRNA metabarcoding primers amplify diverse and novel archaeal taxa from the environment. *Environmental microbiology reports*, 11(4), pp.487–494.

Ihrmark K et al. 2012. New primers to amplify the fungal ITS2 region—evaluation by 454-sequencing of artificial and natural communities. *FEMS microbiology ecology*, 82(3), pp.666–677.

Klindworth A et al. 2013. Evaluation of general 16S ribosomal RNA gene PCR primers for classical and next-generation sequencing-based diversity studies. *Nucleic acids research*, 41(1), pp.e1–e1.

Ključne besede:

Fagus sylvatica, gozdnogojitveni sistemi, bakterije, glive, ektomikorizne glive

Zahvale:

Projektni skupini LIFE SySTEMic in programski skupini P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija.

Odziv sadik rdečega in črnega bora na izbrane vrste gliv

Ana Brglez,¹ Ana Miklavčič Višnjevca,² Barbara Piškur,¹ Črtomir Tavzes³ in Nikica Ogris¹

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

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

3 InnoRenew CoE, Livade 6a, 6310 Izola, Slovenija

E-naslov: ana.brglez@gozdis.si

Poudarki:

- V nastanek bolezenskih znakov na borih so vpletene različne glive, npr. *Diplodia pinea*, *Diaporthe eres* in *Fusarium* sp. 2.
- V primeru rdečega bora so se za značilno virulentnejše od kontrole izkazale *D. pinea*, *Di. eres* in *Tympanis* sp.
- V primeru črnega bora sta se za značilno virulentnejši od kontrole izkazali *D. pinea* in *Tympanis* sp.
- Identifikacija 90 različnih metabolitov v inokuliranih sadikah.
- Razlike v koncentracijah metabolitov (predvsem nekaterih fenolnih spojin) med inokuliranimi in kontrolnimi sadikami, kar kaže na aktiven odziv sadike na inokulacije z glivo.

Predavanje:

Bor (*Pinus* spp.) je vrstno najbogatejši rod iglavcev na zemlji, skupaj je znanih okrog 100 vrst (Farjon in Styles, 1998). V Sloveniji rastejo avtohtono štiri vrste: rdeči bor (*P. sylvestris* L.), črni bor (*P. nigra* Arnold), rušje (*P. mugo* Turra) in cemprin (*P. cembra* L.) (Brus, 2008). Bori imajo veliko število škodljivih organizmov. Gozdarski inštitut Slovenije izvaja vsakoletni program preiskav za ugotavljanje navzočnosti karantenske glive *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell, ki povzroča borovega smolastega raka (angl. pine pitch canker), a omenjene glive do zdaj v Sloveniji še nismo zaznali. Iz gostiteljskih rastlin, ki kažejo podobne znake poškodovanosti ali okužb s *F. circinatum*, pa med analizo vzorcev izoliramo številne druge glive, ki so potencialno patogene. Na sadikah rdečega in črnega bora smo testirali patogenost izbranih izolatov gliv. Dodatno smo v sadikah rdečega bora, inokuliranih z dvema izolatoma gliv, s pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti, sklopljene s kvadrupolnim masnim analizatorjem na podlagi časa poleta (HPLC-qTOF, angl. high performance liquid chromatography with quadrupole time-of-flight), določali tudi vsebnost in strukturo metabolitov kot odziv rastline na prisotnost (patogenih) gliv.

Maja 2022 smo najmanj šest sadik rdečega in šest sadik črnega bora inokulirali z osmimi izbranimi izolati gliv, tj. *Corinectria fuckeliana* (C. Booth) C. D. González & P. Chaverri, *Diaporthe eres* Nitschke, *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx f., *Fusarium* sp. 1 Link, *Fusarium* sp. 2 Link, *Fusicolla* sp. Bonord, *Nectria dematiosa* (Schwein.) Berk. in *Tympanis* sp. Tode. Kontrolo je predstavljalo vsaj šest sadik obeh vrst bora, ki so bile inokulirane s sterilnim gojiščem. Po 49–105 dneh smo izvedli ponovno izolacijo gliv z roba nekroz in pridobljene čiste kulture na podlagi morfoloških značilnosti določili do rodu oz. vrste. Izračunali smo stopnjo kolonizacije, relativne frekvence posameznega taksona in statistično analizirali podatke o dolžini nekroz. Mesta inokulacij sadik so se v večini primerov po koncu poskusa že zaraščala. Očitne nekroze so bile opazne le pri sadikah, inokuliranih z *D. pinea*. Povprečna dolžina nekroz kontrolnih sadik rdečega bora se je statistično značilno razlikovala od dolžin nekroz sadik, inokuliranih z *D. pinea*, *Di. eres* in *Tympanis* sp. ($p < 0,05$). V primeru sadik črnega bora pa

so bile statistično značilne razlike v povprečni dolžini nekroz med kontrolo in sadikami, inokuliranimi z *D. pinea* in *Tympanis* sp. ($p < 0,05$). Najdaljšo nekrozo (63 mm) je povzročila inokulacija z glivo *D. pinea* na rdečem boru. Ponovna izolacija gliv, s katerimi smo okužili sadike rdečega in črnega bora, je uspela v le treh primerih, in sicer pri inokulaciji z *D. pinea*, *Di. eres* in *Fusarium* sp. 2. Z roba nekroz smo sicer določili tudi številne druge vrste gliv. Na sadikah rdečega bora smo prepoznali 13 taksonov, na sadikah črnega bora pa 16 taksonov gliv. Sklepamo, da smo poskus prehitro končali, saj smo domnevali, da se sadike sušijo zaradi delovanja inokuliranih gliv, najverjetneje pa so se sušile zaradi sušnega stresa in že prisotnih endofitov. Gre za zanimiv preliminaren poskus določanja patogenosti izbranih vrst gliv na sadikah rdečega in črnega bora, ki kaže na večjo patogenost *D. pinea* od preostalih uporabljenih izolatov gliv.

Za ekstrakcijo in določitev metabolitov smo pred površinsko sterilizacijo in reizolacijami iz sadik rdečega bora, inokuliranimi z *Di. eres* ($n = 3$) in *Tympanis* sp. ($n = 3$), odvzeli po en košček debelca (teža približno 1 g). Zamrznjene vzorce na -80 °C smo zmleli in jim dodali 10 ml 80 % metanola. Vzorce smo nato ekstrahirali z uporabo ultrazvočne kopeli in centrifugirali. Supernatant smo filtrirali in skoncentrirali s pomočjo rotavaporja, dodali metanol in analizirali s HPLC-qTOF (Zeiss in sod., 2019). V nadaljevanju se je s statističnimi analizami preverila razlika v koncentraciji metabolitov posameznih sadik, vključno s kontrolo ($n = 1$).

S ciljnimi analizami smo določili 90 različnih spojin. Njihova imena bi bilo treba dodatno potrditi s fragmentacijo standardov ali s podatki fragmentacije teh spojin iz literature. Zaznali smo razlike v koncentracijah nekaterih metabolitov v vzorcih, inokuliranih z *Di. Eres*, v primerjavi z vzorci, inokuliranimi s *Tympanis* sp., ter vzorci inokuliranih sadik v primerjavi s kontrolnimi. Predvsem opazne so bile razlike pri vsebnosti nekaterih fenolnih spojin, ki so bile v inokuliranih vzorcih prisotne v večjih koncentracijah.

Literatura in viri:

Brus, R. 2008. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Farjon, A., Styles, B. T. 1998. *Pinus* (Pinaceae). New York, New York Botanical Garden: 293 str.

Zeiss, D. R., Mhlongo, M. I., Tugizimana, F., Steenkamp, P. A., Dubery, I. A. 2019. Metabolomic profiling of the host response of tomato (*Solanum lycopersicum*) following infection by *Ralstonia solanacearum*. International Journal of Molecular Sciences 20, 3945. <https://doi.org/10.3390/ijms20163945>.

Ključne besede:

test patogenosti, reizolacije, rdeči bor, črni bor, metaboliti

Zahvale:

Raziskava je bila izvedena v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin (UVHVVR, MKGP, št. C2337-22-000020) ter raziskovalnih programov P1-0386 in P4-0107 (ARRS).

Uporaba visokozmogljivega sekvenciranja pri varovanju zdravja gozdnega in mestnega drevja

Zina Devetak,^{1,2} Barbara Piškur¹ in Maja Ravnikar^{2,3}

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

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

3 Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: zina.devetak@gozdis.si

Poudarki:

- Zgodnja zaznava je ključnega pomena za uspešno obvladovanje rastlinskih bolezni in škodljivcev.
- Visokozmogljivo sekvenciranje je uporabno orodje za varovanje zdravja gozdnega in mestnega drevja.

Predavanje:

Globalizacija in podnebne spremembe povečujejo verjetnost za vnos bolezni in škodljivcev rastlin na nova območja. Nove bolezni in škodljivci gozdnega drevja pomenijo tveganja za odpornost in biotsko raznovrstnost gozdnih ekosistemov in vplivajo na stabilnost zagotavljanja vseh funkcij, ki jih ponujajo gozdovi. Za obvladovanje novih bolezni in škodljivcev je ključna zgodnja zaznava, ki omogoči pravočasno opredelitev tveganja in nadaljnje ukrepanje. Ustrezen odziv posledično omogoči preprečitev ali vsaj zmanjšanje morebitnih ekonomskih in okoljskih posledic vnosa. Eno izmed novejših orodij, ki ga nacionalne organizacije za zaščito rastlin lahko pri tem uporabijo, je visokozmogljivo sekvenciranje (angl. high throughput sequencing, HTS). To omogoča obdelavo velikega števila vzorcev hkrati v relativno kratkem času. Poleg tega se kot vhodni material lahko uporabi veliko različnih tipov vzorcev, vključno z okoljskimi. V prispevku opredelimo osnovne značilnosti metode ter opišemo njene prednosti in pomanjkljivosti. Nadalje predstavimo možnosti aplikacije HTS pri izvajanju aktivnosti za zaščito gozdnega in mestnega drevja. Ob tem med drugim opišemo tipe vzorcev, uporaba katerih je lahko smiselna na področju varovanja zdravja gozdnega in mestnega drevja. Prav tako predstavimo navezavo na metodologijo, ki se na tem področju že uporablja in jo uvedba HTS smiselno dopolnjuje.

Literatura in viri:

(2022) PM 7/151 (1) Considerations for the use of high throughput sequencing in plant health diagnostics. *EPPO Bulletin*, 52, 619–642. Available from: <https://doi.org/10.1111/epp.12884>.

Cristescu, M. E. (2014). From barcoding single individuals to metabarcoding biological communities: towards an integrative approach to the study of global biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(10), 566–571. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.08.001>.

Lebas, B., Adams, I., Al Rwahnih, M., Baeyen, S., Bilodeau, Guillaume J., Blouin, A. G., Boonham, N., Candresse, T., Chandelier, A., De Jonghe, K., Fox, A., Gaafar, Y. Z. A., Gentit, P., Haegeman, A., Ho, W., Hurtado-Gonzales, O., Jonkers, W., Kreuze, J., Kutnjak, D., Landa, B., Liu, M., Maclot, F., Malapi-Wight, M., Maree, H. J., Martoni, F., Mehle, N., Minafra, A., Mollov, D., Moreira, A., Nakhla, M., Petter, F., Piper, A. M., Ponchart, J., Rae, R., Remenant, B., Rivera, Y., Rodoni, B., Roenhorst, Johanna W., Rollin, J., Saldarelli, P., Santala, J., Souza-Richards, R., Spadaro, D., Studholme, D. J., Sultmanis, S., van der Vlugt, R., Tamisier, L., Trontin, C., Vazquez-Iglesias, I., Vicente, C. S. L., Vossenber, B. T. L. H., Wetzel, T., Ziebell, H., & Massart, S. (2022). Facilitating the adoption of high-throughput sequencing technologies as a plant pest diagnostic test in laboratories: A step-by-step description. *EPPO Bulletin*, 52(2), 394–418. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/epp.12863>.

Morinière, J., Cancian de Araujo, B., Lam, A. W., Hausmann, A., Balke, M., Schmidt, S., Hendrich, L., Doczkal, D., Fartmann, B., Arvidsson, S., & Haszprunar, G. (2016). Species Identification in Malaise Trap Samples by DNA Barcoding Based on NGS Technologies and a Scoring Matrix. *PLOS ONE*, 11(5), e0155497. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155497>.

Olmos, A., Boonham, N., Candresse, T., Gentit, P., Giovanni, B., Kutnjak, D., Liefiting, L., Maree, H. J., Minafra, A., Moreira, A., Nakhla, M. K., Petter, F., Ravnikar, M., Rodoni, B., Roenhorst, J. W., Rott, M., Ruiz-García, A. B., Santala, J., Stančanelli, G., van der Vlugt, R., Varveri, C., Westenberg, M., Wetzel, T., Ziebell, H. and Massart, S. (2018). High-throughput sequencing technologies for plant pest diagnosis: challenges and opportunities. *EPPO Bulletin*, 48: 219–224. <https://doi.org/10.1111/epp.12472>.

Zajc, J., Kogej Zwitter, Z., Fišer, S., Gostinčar, C., Vicent, A., Domenech, A. G., Riccioni, L., Boonham, N., Ravnikar, M., & Kogovšek, P. (2023). Highly specific qPCR and amplicon sequencing method for detection of quarantine citrus pathogen *Phyllosticta citricarpa* applicable for air samples. *Plant Pathology*, 72(3), 548–563. <https://doi.org/10.1111/ppa.13679>.

Ključne besede:

visokozmogljivo sekvenciranje, varstvo rastlin, bolezni gozdnega drevja, škodljivci

Zahvale:

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega programa P4-0107 (Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS) in v okviru strokovnih nalog zdravstvenega varstva rastlin (Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin).

Uporaba nedestruktivnih metod. Preizkušanje od vzorca do objekta

Luka Naumovski,¹ Ana Brunčič,¹ Andreja Pondelak,¹ Martin Capuder,¹ Tomaž Pazlar,¹ Igor Gavrič,² Iztok Šušteršič² in Boris Azinovič¹

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

2 Univerza na Primorskem, Titov trg 4, 6000 Koper, Slovenija

E-naslov: luka.naumovski@zag.si

Poudarki:

- V projektu *DIAMONDS* bomo na bukovini določili mehanske lastnosti lepilnega spoja s tehniko akustične emisije (AE).
- V okviru projektov *Innocrosslam* in *DynaTTB* predstavljamo numerične in izmerjene rezultate preizkušanja in situ štirinadstropne stavbe iz CLT (križno lepljenega lesa) v Ljubljani.

Predavanje:

Nedestruktivne metode so v gradbeništvu že dlje časa prisotne za spremljanje stanja betonskih konstrukcij, v lesarstvu pa se uveljavljajo predvsem za razvrščanje žaganega lesa v trdnostne razrede. Za zadnje se uporabljajo različne metode frekvenčnega odziva, ultrazvoka in magnetne resonance. V okviru projekta *Diamonds* (angl. *DIAGnostics and Mechanical tests Of aged adhesive layers used in joiNts of wooDen structureS*) bomo z obremenjevanjem oz. poružitvijo vzorcev iz bukovine določali mehanske lastnosti lepilnega spoja z uporabo tehnike akustične emisije (AE). Zaradi vse pogostejše ponovne uporabe starega in odsluženega lesa bomo mehanske lastnosti spremljali tudi na umetno in naravno staranih vzorcih.

S čedalje pogostejšo rabo lesa v konstrukcijske namene, tudi za večetažne stavbe in mostove, se sodobne tehnike spremljanja gradbenih konstrukcij uveljavljajo tudi za takšne zgradbe. V okviru evropskih projektov *Innocrosslam* (angl. *Innovative Solutions for Cross Laminated Timber Structures*) in *DynaTTB* (angl. *Dynamic Response of Tall Timber Buildings under Service Load*) je bila v Ljubljani med gradnjo spremljana štirinadstropna stavba iz križno lepljenega lesa. Vrednosti značilnih veličin, izmerjene v različnih fazah gradnje, so bile podlaga za izdelavo numeričnega modela stavbe in za njegovo kalibracijo. Poudarek je bil na ambientnih in induciranih vibracijah z namenom določitve vpliva sekundarnih gradbenih elementov oz. posameznih parametrov na celotno togost stavbe, kar je bistvenega pomena pri določanju potresne in veterne projektne obtežbe, za mejna stanja nosilnosti in uporabnosti.

Ključne besede:

nedestruktivne metode, bukovina, lepilni spoji, akustična emisija, lesene stavbe, CLT

Zahvale:

Omenjeni raziskovalni projekti so nastali s finančno podporo MIZŠ za projekta *DynaTTB* in *InnoCrossLam* ter s podporo javne raziskovalne agencije ARRS za projekt *Diamonds* (N2-0280) in programsko skupino P4-0430.

REWINUUSE: uporaba odsluženega lesa in smrekovini alternativnih lesnih vrst za razvoj popolnoma razstavljevih lesenih oken

Jaka Levanič,¹ Boštjan Lesar,¹ Miha Humar,¹ Aleš Ugovšek,² Andreas Treu³ in Jožica Gričar⁴

1 Biotehniška fakulteta, Oddelek za Lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

2 M-SORA, Trg Svobode 2, 4226 Žiri, Slovenija

3 Norwegian Institute of Bioeconomy, Division of Forest and Forest Resources, Høgskoleveien 7, 1433 Ås, Norway

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

E-naslov: jaka.levanic@bf.uni-lj.si

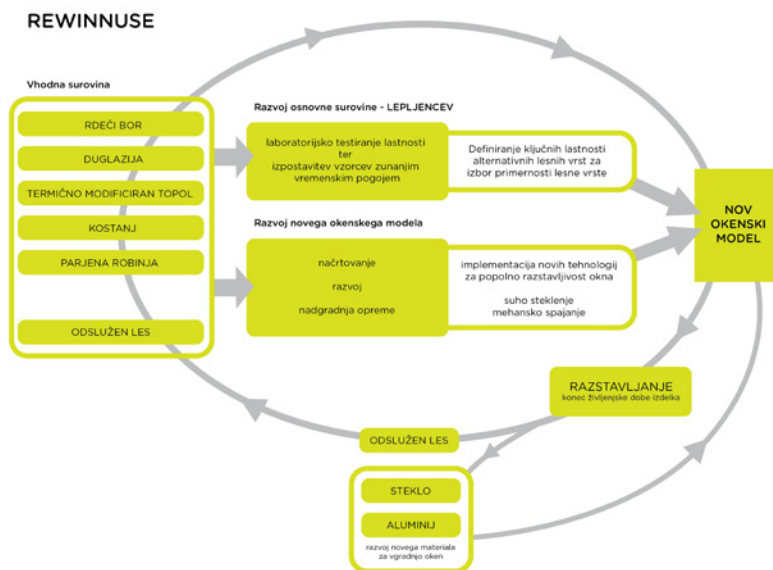
Poudarki:

- Ponovna uporaba odsluženega lesa in smreki alternativnih lesnih vrst v proizvodnji okenskih profilov.
- Določiti mehanske in strukturne lastnosti smreki alternativnih lesnih vrst za uporabo v stavbnem pohištvo, vključno z odpornostjo proti biotskemu razkroju in abiotskim dejavnikom.
- Obravnavati pomanjkanje silikonskih tesnil in zmanjšanje porabe lepil z integracijo razstavljevih vezi za lažjo ponovno uporabo materiala po koncu življenjske dobe.

Predavanje:

Slovenski proizvajalci stavbnega pohištva se srečujejo z izzivi pridobivanja surovine. Smrekovina je praktično najbolj razširjen konstrukcijski material, ki se uporablja v proizvodnji oken in drugega pohištva. Zadnja leta je postala precej težje dobavljiva, tako s cenovnega vidika kot tudi z vidika dostopnosti na trgu. Zato so se proizvajalci prisiljeni prilagoditi in iskati alternativne vire. V projektu REWINUUSE v sodelovanju s podjetjem M-Sora, Gozdarskim inštitutom Slovenije in Norveškim inštitut za bioekonomske raziskave (NIBIO) raziskujemo proizvodnjo lesenih oken s poudarkom na uporabi smreki alternativnih lesnih vrst in pametnem dizajnu okenskih profilov, ki temeljijo na razstavljevih vezeh in suhi zasteklitvi. Tako se v projekt ne vključuje samo zmanjšana dostopnost smrekovine, temveč tudi želja po zmanjšani porabi lepil in silikonskih tesnil, kar bo omogočilo bolj okolju prijazno ravnanje z izdelki po koncu njihove življenjske dobe oz. njihovo ponovno uporabo, tako lesa kot veznih komponent, ter tudi zmanjšano odvisnosti od tržnih nihanj na področju lepil in silikonskih tesnil. Smreki alternativne lesne vrste so potencialen vir lesa za proizvodnjo okenskih profilov, pri tem imamo v mislih lesne vrste, ki so dostopne v lokalnem okolju, na primer rdeči bor (*Pinus sylvestris*), duglazija (*Pseudotsuga menziesii*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), kostanj (*Castanea sativa*), termično modificiran topol (*Populus* sp.), in predvsem odsluženi les, ki izvira iz večjih sortimentov, kot so tramovi, po koncu življenjske dobe. Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete UL izvajamo analize lesnih vrst v kombinaciji z različnimi površinskimi obdelavami, na primer z oljnimi premazi ali lazurnimi premaznimi sistemi.

V širokem naboru različnih testov najdemo preizkušanja sorpcijskih lastnosti in navzem vode, glivne teste z najpogostejšimi lesnimi razkrojevalkami. Vzorce izpostavljamu biotskim in abiotskim dejavnikom v laboratorijskih in tudi v realnih razmerah na našem testirnem polju v Ljubljani. Naši partnerji imajo vzorce izpostavljene tudi na dveh lokacijah na Norveškem. Mehanske lastnosti določamo z dolgotrajnimi nizkoobremenjujočimi preizkusi z več milijoni obremenitvenih ciklov in klasičnimi tritočkovnimi upogibnimi preizkusi, pri katerih se vzorci v kratkem času obremenijo do porušitve.



Slika 1: Shematski prikaz raziskovalnih dejavnosti pri projektu REWINUUSE.

Z zbranimi podatki bomo modelirali predvideno življenjsko dobo smreki alternativnih materialov v podobnih razmerah izpostavitve in tako prispevali k potencialni zamenjavi smrekovine z alternativnimi lesnimi vrstami oz. z odsluženim lesom v proizvodnji lesenih okenskih profilov. Projekt REWINUUSE zaobjema celotno problematiko proizvodnje oken, od uporabe materiala in ravnanja z izdelki po koncu njihove življenjske dobe do razvoja okolju prijaznejših proizvodnih procesov. REWINUUSE tako uvaja ukrepe v proizvodni proces oken, s katerimi se zagotavlja postopen prehod lesnopredelovalne industrije v krožnogospodarski sistem.

Ključne besede:

smrekovina, okna, odsluženi les, suha zasteklitev, alternativne lesne vrste, lastnosti lesa

Zahvale:

Projekt je financiran iz Norveškega finančnega mehanizma in EEA Grants. Avtorji se zahvaljujejo tudi Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v okviru programske skupine P4-0015 (Les in lignocelulozni kompoziti) ter Infrastrukturnemu centru (IC LES PST 0481-09).

Stranske verige vrednosti v gozdno-lesnem sektorju. Manjvredna drevesna biomasa kot surovina za pridobivanje rastlinskih polifenolov

Viljem Vek,¹ Ida Poljanšek,¹ Urša Osolnik¹ in Primož Oven¹

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

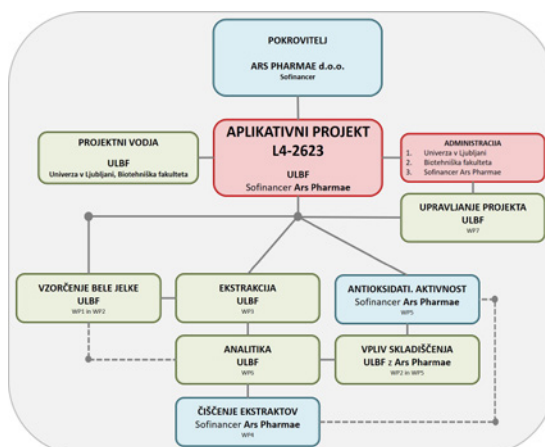
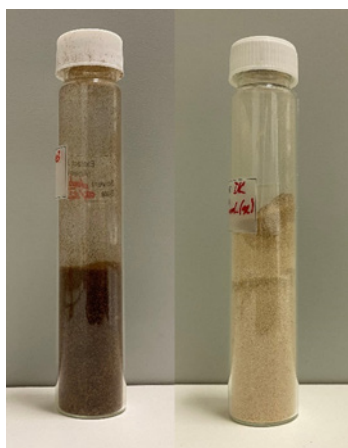
E-naslov: primoz.oven@bf.uni-lj.si

Poudarki:

- Pridobivanje rastlinskih polifenolov iz manjvredne drevesne biomase.
- Največje koncentracije polifenolov so prav v tistih delih dreves, ki so ostanek proizvodnje v gozdno-lesni verigi.
- Protokoli za ustrezno ravnanje s surovino ter protokoli za ekstrakcijo in ravnanje s polifenolnimi izvlečki omogočajo prenos ključnih aktivnosti na višjo tehnološko raven.

Predavanje:

Les in skorja domačih drevesnih vrst lahko vsebujeta izredno velike koncentracije polifenolov, literatura na primer grče dreves navaja kot najbogatejši vir polifenolov v rastlinskem svetu. Rastlinski polifenoli so v zadnjem času deležni velike znanstvenoraziskovalne pozornosti, saj te naravne spojine izkazujejo biološke, farmakološke in klinične učinke. Dokazano je, da rastlinski polifenoli preprečujejo bolezni srca in ožilja, razvoj raka ter delujejo protivnetno, antidiabetično in protimikrobno. Zanimivo je, da drevesa vsebujejo največje koncentracije polifenolov prav v tistih delih, ki so ostanek proizvodnje v gozdno-lesni verigi. Na podlagi teh dejstev je bil zasnovan nacionalni aplikativni projekt L4-2623 (Pridobivanje ekstraktov grč in skorje z visoko vsebnostjo polifenolov iz manj izkoriščene biomase bele jelke), ki ga vodi Oddelek za lesarstvo Biotehniške fakultete (BF-OL). Projekt podpirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in podjetje Ars Pharmae. Projektna skupina L4-2623 je sestavljena tako, da omogoča učinkovit prenos in vključevanje dognanj znanstvenoraziskovalnega dela s terena in laboratorija na aktivnosti industrijskega partnerja, ki razvija naravno zasnovana prehranska dopolnila. Projektno skupino L4-2623 tvorijo raziskovalci oddelka za lesarstvo ter raziskovalci podjetij Ars Pharmae in Kočevski les. Predstavitev in organiziranost projektnih aktivnosti in delovnih sklopov prikazuje organigram na sliki. V projektni prijavi sta navedena dva osrednja oziroma primarna cilja, ki bosta projektno skupino vodila do optimizacije proizvodnje polifenolov iz skorje in lesa bele jelke (*Abies alba*), vključno s postavitvijo protokolov za ustrezno ravnanje s surovinsko biomaso in končnimi produkti. Okolju prijazen protokol za pridobivanje rastlinskih polifenolov iz manjvredne drevesne biomase bo omogočal pridobivanje dveh polifenolnih izvlečkov, ki se bosta kvalitativno razlikovala. Protokoli za ustrezno ravnanje s surovino ter protokoli za ekstrakcijo in ravnanje s polifenolnimi izvlečki omogočajo prenos ključnih aktivnosti na višjo tehnološko raven. Dokaz za to je nadaljnje sodelovanje projektne skupine L4-2623 na javnem razpisu za sofinanciranje naložb v demonstracijske in pilotne projekte.



Levo: Glavna produkta laboratorijskih aktivnosti projekta L4-2623 sta polifenolna izvlečka skorje in lesa bele jelke.

Desno: Organizacijska struktura nacionalnega aplikativnega projekta L4-2623.

Literatura in viri:

Vek, V.; Balzano, A.; Poljansek, I.; Humar, M.; Oven, P. Improving Fungal Decay Resistance of Less Durable Sapwood by Impregnation with Scots Pine Knotwood and Black Locust Heartwood Hydrophilic Extractives with Antifungal or Antioxidant Properties. *Forests* 2020, 11, 1024.

Vek, V., Šmidovnik, T., Humar, M., Poljanšek, I., Oven, P. 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*. 2023, vol. 28, no. 1, str. 1–13. DOI: [10.3390/molecules28010225](https://doi.org/10.3390/molecules28010225).

Keržič, E., Humar, M., Oven, P., Vek, V. Development of extraction methodology for identification of extractive-compounds indexing natural durability of selected wood species. *Wood material science & engineering*. 2023, vol. [sprejeto v objavo], no. [sprejeto v objavo], str. 1–11., DOI: [10.1080/17480272.2023.2207529](https://doi.org/10.1080/17480272.2023.2207529).

Vek, V., Keržič, E., Poljanšek, I., Eklund, P., Humar, M., Oven, P. Wood extractives of Silver fir and their antioxidant and antifungal properties. *Molecules*. 2021, vol. 26, no. 21, str. 1–15.

Ključne besede:

Abies alba, skorja, grče, izvleček, polifenoli

Zahvale:

Avtorji se zahvaljujemo Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije v okviru Programa P4-0015, Agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za podporo projektu L4-2623. Posebna zahvala Marku Domazetu in Urški Zaloker iz podjetja Ars Pharmae ter Alešu Maroltu iz podjetja Kočevski les za zagotavljanje materiala bele jelke.

Projekt: Zelena infrastruktura za gozdove in drevesa

Tjaša Baloh,¹ Helena Cvenkel² in Boris Rantaša¹

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

2 BSC Kranj, BSC, poslovno podporni center, d. o. o., Cesta Staneta Žagarja 37, 4000 Kranj, Slovenija

E-naslov: tjasa.baloh@gozdis.si

Poudarki:

Akronim: GIFT

- Trajanje: 1.–31. 5. 2023.
- Vrednost projekta: 1.971.182 EUR; od tega je 85 % prispevek EU (INTERREG EUROPE).
- Spletna stran: v pripravi.
- Partnerji: pri projektu sodeluje deset partnerjev iz devetih držav. Španija: Instituto de Estudios do Territorio; Švedska: County Administrative Board of Västra Götaland, Belgija: Flemish Land Agency; Nizozemska: Province of Fryslân; Nemčija: Aufbauwerk Region Leipzig GmbH; Italija: Provincia di Rimini; Slovenija: Gozdarski inštitut Slovenije in BSC, poslovno podporni center, d. o. o, Kranj, Latvija: University of Latvia; Hrvaška: City of Zagreb.

Predavanje:

Projekt GIFT se osredotoča na zeleno infrastrukturo, pri tem pa poudarja pomen gozdov in dreves. Zelena infrastruktura lahko zagotovi številne ekosistemске storitve, povezane z biotsko raznovrstnostjo, podnebjem, vodo, erozijo, krajino in blaginjo ljudi ipd. Cilj projekta GIFT je razviti inovativen medsektorski pristop pri oblikovanju zelene infrastrukture dreves in gozdov in spodbujati njihovo povezljivost v različnih tipih krajine z uvajanjem v politične dokumente v različnih sektorjih ter doseganje celostnega pristopa pri načrtovanju vseh politik. To zahteva poznavanje zelene infrastrukture, biotske raznovrstnosti, ekosistemskih storitev in podnebnih sprememb med tistimi, ki pripravljajo in izvajajo politike.

Inovativen pristop projekta GIFT je namenjen izboljšanju regionalnih politik z ozaveščanjem, da je zadostna pokritost z drevesi in gozdovi prvi pogoj za zaustavitev izgube biotske raznovrstnosti in blažitev podnebnih sprememb. Komunikacijska strategija se osredotoča na širjenje novih modelov upravljanja za večnamenskost zelene infrastrukture. Gradili bomo na pristopu večdeležniškega partnerstva in oblikovalce politik vključili v regionalne skupine deležnikov.

CILJ PROJEKTA V SLOVENIJI

Regionalni razvojni program Gorenjske 2021–2027 (RPR):

Gorenjska je zelo gozdnata regija, pomen dreves in mejic pa ima tam dolgo tradicijo. Kljub temu so v nižinah ostale le zaplate in manjši gozdni ostanki, ki zmanjšujejo njihovo funkcijo ekoloških koridorjev, priča smo tudi povečanemu pritiskom na obstoječo zeleno infrastrukturo v nižinah. V primestnih/urbanih območjih redko najdemo mestne gozdove ali večje gozdnate površine, redke so tudi manjše zelene površine z grmovjem in manjšimi vrstami dreves.

Območni gozdnogospodarski načrti poudarjajo potrebo po spodbujanju zadostnega deleža in velikosti gozdov ter njihove mozaične prepletenosti, od posameznih dreves in grmov do manjših in večjih gozdnih zaplat. Ob vodotokih je pomembna dovolj gosta in vrstno bogata pokritost, tudi gozdna.

Zelena infrastruktura ni zadostno strateško vpeta v politike, še zlasti gozdovi in drevesa, ki so pomembni v boju proti podnebnim spremembam. Sistemski pristopi in rešitve za celostno upravljanje zelene infrastrukture

še niso razviti in uveljavljeni. Sodelovati je potrebno z deležniki ter širiti znanje in ozaveščenost med deležniki in prebivalci. Z ustrežno politiko podpore razvoju zelene infrastrukture in širšim naborom ukrepov bi lahko prilagodili intenzivnost in upravljanje mestnih/primestnih zelenih površin in kmetijskih zemljišč za boljšo povezljivost zelene infrastrukture.

Izzivi:

Povezati zeleno infrastrukturo gozdnatih območij z mestnimi/primestnimi zelenimi površinami in kmetijskimi območji v sistem strateške zelene infrastrukture, vnos manjših gozdnih zaplat in dreves v pozidana območja.

Pripraviti osnutek načrta revitalizacije z zainteresiranimi deležniki ob upoštevanju večnamenskosti zelene infrastrukture: biotska raznovrstnost, prilagajanje na podnebne spremembe in njihovo blaženje.

Ozaveščati o pomenu nižinskih gozdov in dreves ter potrebi po krepitevi zelene infrastrukture za njihove ekosistemske storitve v spreminjajočem se podnebju.

Ključne besede:

zelena infrastruktura, gozd, povezljivost, biotska pestrost, ekosistemske storitve

Zahvale:

Prispevek je nastal v okviru projekta z naslovom Učinkovitejše gospodarjenje z zasebnimi gozdovi v podporo večji mobilizaciji lesa (V4 – 2013), sofinanciranega iz Ciljnega raziskovalnega programa Zagotovimo si hrano za jutri. Avtorji se za finančno podporo zahvaljujemo Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, za pomoč pri pridobivanju in analizi literature pa asist. Vasji Lebanu.

Vpliv podnebnih sprememb na razpoložljivost lesa in ovrednotenje snovnopredelovalnih potencialov gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji

Domen Arnič,^{1,2} Jernej Jevšenak,^{3,4} Luka Krajnc,⁵ Peter Prislan¹ in Mitja Skudnik³

1 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

2 Gozdno gospodarstvo Bled d.o.o., Ljubljanska cesta 19, 4260 Bled, Slovenija

3 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

4 Technische Universität München, Department für Ökologie und Ökosystemmanagement, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Nemčija

5 Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov (korespondenčnega avtorja): peter.prislan@gozdis.si

Poudarki:

- Vplive podnebnih sprememb na razpoložljivost lesa ter posledično na gozdno-lesno biogospodarstvo smo ovrednotili z uporabo simulatorja razvoja gozdov (MLFS).
- Ocenili smo razpoložljivosti lesa v odvisnosti od gospodarjenja z gozdovi in podnebnih sprememb.
- Ključno vlogo pri razvoju slovenskih gozdov v prihodnosti imajo intenzivnost gospodarjenja z gozdovi in pojavnost ter intenziteta naravnih ujm.

Predavanje:

Razpoložljivost lesne biomase je med ključnimi podatki pri odločanju in usmerjanju razvoja gozdarstva in lesarstva, ki spadata med pomembnejše panoge biogospodarstva (Hagemann in sod., 2016). Podatki kažejo, da ima Slovenija z vidika predelovalne industrije in tudi izkoriščenosti gozdov velike rezerve (Ščap, 2022). Za načrtovani razvoj predelovalnih kapacitet je ključna čim bolj natančna ocena razpoložljivih količin lesa, ki so odvisne od gospodarjenja z gozdovi in vpliva podnebnih sprememb na produkcijo gozdov (Seppälä in sod., 2019; Verkerk in sod., 2022). Podnebne spremembe na razpoložljivost lesa na trgu vplivajo neposredno predvsem prek sprememb rastnih razmer dreves in posledično na funkcije, kot sta produktivnost gozdov in mortaliteta, ter ekstremnih vremenskih dogodkov, ki prinašajo velikopovršinske spremembe v zelo kratkem obdobju (Hanewinkel in sod., 2010; Martínez del Castillo in sod., 2019; Prislan in sod., 2019).

Namen raziskave je oceniti razpoložljivost lesa na trgu do leta 2060 ob upoštevanju različnih načinov gospodarjenja z gozdovi in dveh podnebnih scenarijev (RCP4.5 in RCP8.5) ter vpliva velikopovršinskih naravnih ujm.

Analize smo izvedli na podlagi novorazvitega simulatorja razvoja gozdov MLFS (angl. machine learning forest simulator), ki deluje na podlagi uporabe dveh zaporednih časovnih meritev podatkov nacionalne gozdne inventure ter z uporabo umetne inteligence simulira ključne procese razvoja gozdov, kot so vrast, mortaliteta, debelinska in višinska rast (Jevšenak in sod., 2023). Opredelili smo deset različnih scenarijev: (I) Izbrali smo dva scenarija podnebnih sprememb, tj. RCP4.5 in RCP8.5, (II) tri scenarije, ki se razlikujejo po intenzivnosti gospodarjenja s predvidenim 50- (P50), 65- (P65) in 80-odstotnim (P80) posekom prirastka; (II) ter dva scenarija ujm, ki se razlikujejo pa vrsti, intenziteti in cikličnosti (Arnič, 2023).

Simulacije kažejo, da bo razpoložljivost lesa na trgu v prihodnjih štirih desetletjih odvisna od intenzivnosti gospodarjenja z gozdovi ter pojavnosti in intenzitete naravnih ujm. V primeru rednega gospodarjenja, brez upoštevanja naravnih ujm, je na trgu pričakovati med 4,3 in 6,9 milijona kubičnih metrov lesa na leto. Ob tem se je izkazalo, da višanje povprečne letne temperature in manjšanje letne količine padavin v naslednjih štirih desetletjih (kot je predvideno po scenarijih podnebnih sprememb) ne bosta značilno vplivali na količine okroglega lesa na trgu. Ob upoštevanju naravnih ujm pa rezultati nakazujejo povečanje razpoložljivosti okroglega lesa na trgu med 8,3 in 11,7 milijona kubičnih metrov na leto.

Literatura in viri:

- Arnič D. 2012. Vpliv podnebnih sprememb na prirast lesa navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) in navadne smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) in potencialne posledice za biogospodarstvo v Sloveniji, doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Ljubljana: str. 159.
- Hagemann N., Gawel E., Purkus A., Pannicke N., Hauck J. 2016. Possible Futures towards a Wood-Based Bioeconomy: A Scenario Analysis for Germany. *Sustainability*, 8, 1.
- Hanewinkel M., Hummel S., Cullmann D. A. 2010. Modelling and economic evaluation of forest biome shifts under climate change in Southwest Germany. *Forest Ecology and Management*, 259, 4: 710–719.
- Jevšenak J., Arnič D., Krajnc L., Skudnik M. 2023. Machine Learning Forest Simulator (MLFS): R package for data-driven assessment of the future state of forests. In preparation.
- Martínez del Castillo E., Longares L. A., Serrano-Notivoli R., de Luis M. 2019. Modeling tree-growth: Assessing climate suitability of temperate forests growing in Moncayo Natural Park (Spain). *Forest Ecology and Management*, 435: 128–137.
- Prislan P., Gričar J., Čufar K., de Luis M., Merela M., Rossi S. 2019. Growing season and radial growth predicted for *Fagus sylvatica* under climate change. *Climatic Change*, 153, 1: 181–197.
- Ščap Š. 2022. Tokovi lesa. V: Kazalniki gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji. Triplat M. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 48–59.
- Seppälä J., Heinonen T., Pukkala T., Kilpeläinen A., Mattila T., Myllyviita T., Asikainen A., Peltola H. 2019. Effect of increased wood harvesting and utilization on required greenhouse gas displacement factors of wood-based products and fuels. *Journal of Environmental Management*, 247: 580–587.
- Verkerk P. J., Anttila P., Eggers J., Lindner M., Asikainen A. 2011. The realisable potential supply of woody biomass from forests in the European Union. *Forest Ecology and Management*, 261, 11: 2007–2015.

Ključne besede:

MLFS (angl. machine learning forest simulator), letni posek lesa, razpoložljivost okroglega lesa na trgu, scenariji podnebnih sprememb, gospodarjenje z gozdom.

Zahvale:

Raziskavo sta financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), program Mladi raziskovalec (Domen Arnič), programski skupini P4-0107 in P4-0430, temeljni projekt J4-2541 in ciljnoraziskovalni projekt V4-2016 in V4-2014 (ARRS), ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.

Stanje na področju poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov

Špela Pezdevšek Malovrh,¹ Nike Krajnc,² Janez Krč,¹ Darja Stare² in Zala Uhan¹

1 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

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

E-naslov: spela.pezdevsek.malovrh@bf.uni-lj.si

Poudarki:

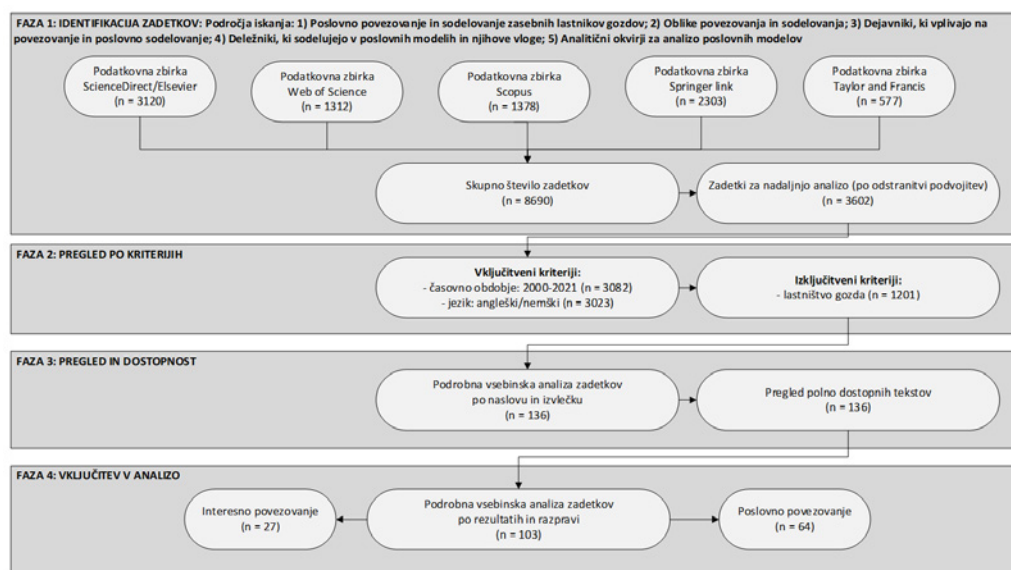
- Poslovnega povezovanja med zasebnimi lastniki gozdov v Sloveniji pri izvedbi del v gozdovih in prodaji gozdnih lesnih sortimentov praktično ni.
- Med oblikami poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov je v raziskavah najbolj zastopana zadruga (50,0 %).
- Poslovno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov je glede na raziskave najpogosteje namenjeno trženju in prodaji gozdnih lesnih sortimentov (23,3 %) ter izvedbi del v gozdovih (20,5 %).
- Glavni razvojni potencial oblik poslovnega povezovanja je glede na raziskave v povečanju zaupanja zasebnih lastnikov gozdov v poslovno povezovanje (26,7 %).

Predavanje:

Gospodarjenje z zasebnimi gozdovi v Sloveniji je pretežno namenjeno pridobivanju lesa za lastne potrebe (več kot 60 %), zasebni lastniki gozdov pa, ne glede na velikost gozdne posesti, najpogosteje sečnjo in spravilo opravijo sami oziroma s pomočjo družinskih članov (Ščap in sod., 2021). Na drugi strani pa raziskave ugotavljajo, da se sociodemografske in ekonomske značilnosti zasebnih lastnikov gozdov spreminjajo: vedno več je lastnikov, ki živijo v mestih, starejših lastnikov, ženskih lastnic in zasebnih lastnikov gozdov, ki nimajo gozdarskega znanja (Pezdevšek Malovrh in sod., 2015; Kumer in Potočnik Slavič, 2016; Ficko, 2019). Posledično ti zasebni lastniki gozdov sečnjo in spravilo lesa pogosteje opravijo z najetimi izvajalci gozdarskih storitev ali pa z gozdom ne gospodarijo. Zato ne preseneča, da realizacija gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih del v gozdovih ne dosega načrtovane (Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije, 2021). Če želimo doseči večjo izvedbo del v zasebnih gozdovih, moramo med zasebnimi lastniki oziroma z deležniki gozdno-lesne verige vzpostaviti nove poslovne modele povezovanja. Pred umestitvijo poslovnega modela v primerno organizacijsko, pravno-zakonodajno in institucionalno okolje pa je treba narediti pregled možnih oblik poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov, doma in v tujini. V nadaljevanju predstavljamo povzetek rezultatov pregleda mednarodne in domače literature s področja poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov s ciljem, da prepoznamo primere dobrih praks ter prikažemo, katere storitve oblike poslovnega povezovanja ponujajo, s katerimi ovirami se pri delovanju spoprijemajo, kakšni so njihovi razvojni potenciali in kdo so deležniki v njihovem omrežju.

METODA DELA

Pregled literature je bil opravljen po korakih za izvedbo sistematičnega kartiranja (Rodela in sod., 2019) in temelji na metodologiji PRISMA (angl. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis). Pregled literature je potekal v štirih fazah in je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Shematski prikaz poteka pregleda literature po metodologiji PRISMA.

REZULTATI

Po pregledu literature so bile v končno analizo vključene 103 raziskave, od katerih se jih je 37 % navezovalo na interesno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov, 63 % pa na poslovno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov. Ker v večini interesnih oblik povezovanja zasebni lastniki niso povezani zaradi izvedbe del v gozdovih in prodaje gozdnih lesnih sortimentov, smo v nadaljevanju analizirali le oblike poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov.

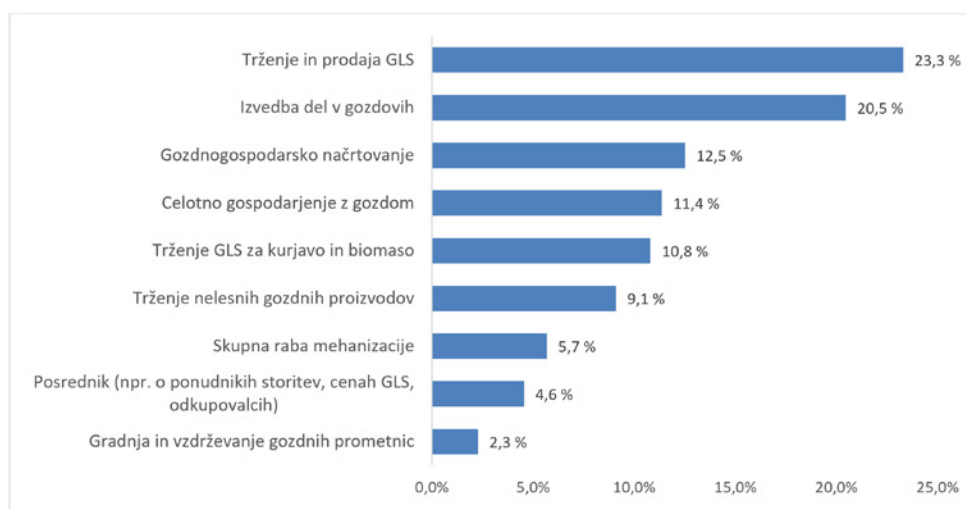
Iz raziskav je zaznati, da se za poslovno povezovanje najpogosteje odločijo zasebni lastniki gozdov ne glede na velikost gozdne posesti (60 %), sledijo zasebni lastniki majhnih gozdnih posesti (26 %). Majhen pa je delež raziskav, v katerih so zaznali, da se za poslovno povezovanje odločijo zasebni lastniki večjih gozdnih posesti (14 %). Oblike poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov najpogosteje delujejo na lokalni ravni (57,7 %), sledijo državna oziroma regionalna/zvezna raven (vsaka 19,2 %). Le redko pa so zaznane oblike poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov, ki delujejo na mednarodni ravni (3,9 %). Pobuda za poslovno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov je po raziskavah v dobri polovici primerov prišla od zgoraj navzdol (52,9 %), torej od države. V 47,1 % raziskav pa je pobuda za poslovno povezovanje prišla od spodaj navzgor (najpogosteje od zasebnih lastnikov gozdov samih, le enkrat je pobuda prišla iz javne gozdarske in gospodarske družbe). Glede na to, da je pobuda za poslovno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov v dobri polovici primerov prišla od države, je posledično najpogosteje država (54,6 %) tista, ki zagotavlja finančna sredstva za ustanovitev poslovnega modela in njegovo začetno delovanje. Sledijo finančna sredstva za ustanovitev poslovnega modela iz zasebnega kapitala (30,9 %), nato iz ukrepov EU PRP (10,9 %). Le redko pa so bila finančna sredstva zagotovljena iz mednarodnih organizacij oziroma mednarodnih projektov.

Med oblikami poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov (preglednica 1) je najbolj zastopana zadruga (50,0 %), za tem sledi gospodarska družba, katere ustanovitelj je združenje zasebnih lastnikov gozdov (18,4 %).

Preglednica 1: Pojavnost oblik poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov

Oblika poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov	Delež (%)
Zadruga	50,0
Gospodarska družba, katere ustanovitelj je združenje zasebnih lastnikov gozdov	18,4
Skupno gospodarjenje z gozdom	13,2
Gospodarske družbe v lasti zasebnih lastnikov gozdov	13,2
Strojni krožki oziroma oblike sodelovanja pri rabi mehanizacije	5,2

Oblike poslovnega povezovanja so ustanovljene, da zasebnim lastnikom gozdov ponujajo različne storitve (slika 2). V raziskavah oblike poslovnega povezovanja najpogosteje ponujajo storitve, ki so povezane s trženjem in prodajo gozdnih lesnih sortimentov (23,3 %) ter izvedbo del v gozdovih (20,5 %). Redko so oblike poslovnega povezovanja tudi posredniki informacij o ponudnikih storitev, cenah gozdnih lesnih sortimentov in odkupovalcih (4,5 %).



Slika 2: Storitve, ki jih oblike poslovnega povezovanja ponujajo za zasebne lastnike gozdov.

V raziskavah so zaznali, da se oblike poslovnega povezovanja srečujejo z ovirami, ki so najpogosteje povezane z lastnikovo nepripravljenostjo za poslovno povezovanje, kadar želijo širiti svojo dejavnost med zasebnimi lastniki (19,3 %), slabimi razmerami na trgu (prevelike količine gozdnih lesnih sortimentov in posledično nizke cene) (12,9 %), nizko stopnjo zaupanja zasebnih lastnikov gozdov v poslovno povezovanje (11,4 %), pomanjkanjem komunikacije, komunikacijskih veščin in informacij, ki jih zasebni lastniki gozdov potrebujejo pri gospodarjenju s svojim gozdom (11,4 %). Druge zaznane ovire za poslovno povezovanje so povezane z administrativno-organizacijskimi ovirami (človeški in časovni viri), pomanjkanjem (omejenostjo) finančnih sredstev, neustreznim zakonodajnim okvirom, pogajalskimi problemi, volonterskim delovanjem, časovno omejenostjo (začetnih) finančnih sredstev ter dejstvom, da so člani le zasebni lastniki gozdov, ki imajo premajhne količine gozdnih lesnih sortimentov za uspešno poslovno povezovanje in da so nezvesti oblikam poslovnega povezovanja (lastniki gozdov sami prodajajo svoj les izbranim kupcem).

V raziskavah so ugotovili, da obstajajo možnosti za nadaljnji razvoj poslovnega povezovanja. Glavni razvojni potencial oblik poslovnega povezovanja vidijo v povečanju zaupanja zasebnih lastnikov gozdov v poslovno povezovanje (26,7 %), pilotnih projektih, ki podpirajo ustanavljanje oblik poslovnega povezovanja (17,2 %), spremembi notranje organizacije in delovanja obstoječih poslovnih oblik povezovanja (14,1 %). Raziskave kažejo, da so poleg zasebnih lastnikov gozdov daleč najpomembnejši deležniki v omrežju oblik poslovnega povezovanja izvajalci gozdarskih storitev (14,0 %), ki zasebnim lastnikom gozdov ponujajo storitve sečnje in

spravila lesa, izvedbo gojitvenih in varstvenih del, izdelavo lesnih sekancev, gozdnega gradbeništva ter prevoza okroglega lesa in lesnih sekancev. Enako pomembni deležniki v omrežju oblik poslovnega povezovanja so obstoječe oblike poslovnega povezovanja (14,0 %), in sicer z vidika zagotavljanja informacij o ustanavljanju in delovanju, ki služijo za zgled kot primer dobre prakse zasebnim lastnikom gozdov. Pomemben deležnik v omrežju oblik poslovnega povezovanja so tudi oblike interesnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov na lokalni in državni ravni (9,5 %), ki ponujajo podporo za razvoj poslovnega povezovanja zasebnih lastnikov gozdov. Javna gozdarska služba je pomemben deležnik predvsem z vidika zagotavljanja informacij, ki jih zasebni lastniki gozdov potrebujejo pri gospodarjenju z gozdom. Javna gozdarska služba nemalokrat nastopa tudi kot deležnik, ki spodbuja poslovno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov in trdno podpira aktivnosti.

Literatura in viri:

Ficko, A., 2019: Private forest owners' social economic profiles weakly influence forest management conceptualizations. *Forests* 10, 11, 956. <https://doi.org/10.3390/f10110956>.

Kumer, P., Potočnik Slavič, I., 2016: Heterogeneous small-scale forest ownership: Complexity of management and conflicts of interest. *Belgeo* 4. <https://doi.org/10.4000/belgeo.19354>.

Pezdevšek Malovrh, Š., Nonić, D., Glavonjič, P., Nedeljković, J., Avdibegović, M., Krč, J., 2015: Private Forest Owner Typologies in Slovenia and Serbia: Targeting Private Forest Owner Groups for Policy Implementation. *Small-scale forestry* 14, 423–440. <https://doi.org/10.1007/s11842-015-9296-8>.

Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije. 2021. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije: 123 str.

Rodela, R., Tucker, C. M., Šmid Hribar, M., Sigura, M., Bogataj, N., Urbanc, M., Gunya, A., 2019: Intersections of ecosystem services and common-pool resources literature: An interdisciplinary encounter. *Environmental Science and Policy* 94. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.021>.

Ščap, Š., Stare, D., Krajnc, N., Triplat, M., 2021: Značilnosti opravljanja sečnje in spravila v zasebnih gozdovih v Sloveniji. *Acta Silvae et Ligni* 125, 25–38. <https://doi.org/10.20315/ASetL.125.3>.

Ključne besede:

zasebni lastniki gozdov, oblike poslovnega povezovanja, mobilizacija lesa, pregled literature

Zahvale:

Prispevek je nastal v okviru projekta Učinkovitejše gospodarjenje z zasebnimi gozdovi v podporo večji mobilizaciji lesa (V4 – 2013), sofinanciranega iz Ciljnega raziskovalnega programa Zagotovimo si hrano za jutri. Avtorji se za finančno podporo zahvaljujemo Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, za pomoč pri pridobivanju in analizi literature pa asist. Vasji Lebanu.

Koncept biogospodarstva – Slovenija

Luka Juvančič,¹ Sabina Berne,¹ Ilja Gasan Osojnik Črnivec¹ in Primož Oven¹

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

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

Poudarki:

- Koncept opisuje bazo dokazov in predlaga strateške predloge za sprostitve potencialov biogospodarstva v Sloveniji.
- Njegova ambicija je spodbuditi medsektorske sinergije, ki vodijo do trajnostnega, bolj integriranega in uspešnejšega biogospodarstva.

Predavanje:

Obsežna SWOT-analiza je izpostavila gonilne sile za razvoj slovenskega biogospodarstva: i) trajnostno upravljani naravni viri, ki omogočajo stabilno in dolgoročno trajnostno oskrbo z biomaso kmetijskega in gozdarskega izvora, ii) močna predelovalna industrija, ki deluje v mednarodnem merilu z naraščajočim zanimanjem (na podlagi povpraševanja) za premik k biozasnovanim tehnologijam, ter iii) raziskovalne ustanove in korporativni razvijalci tehnologij, vključeni v najsodobnejše delo RRI v uporabnih znanostih o življenju. Predvidena »okna priložnosti« vključujejo naraščajoče povpraševanje po biozasnovanih izdelkih in tehnologijah v ključnih izvoznih sektorjih (strojništvo, kemikalije, kompozitni materiali, avtomobilska industrija), možnost ustvarjanja bolj zapletenih (medsektorskih) vrednostnih verig in poslovnih modelov, ki valorizirajo tokove biomase vzdolž kaskade z dodano vrednostjo, in razvoj robustnega spodbujevalnega okolja, ki zagotavlja naložbe, širitev, zmanjšuje tveganje in omogoča hitrejši prehod na trg.

Vrednotenje biogospodarskega potenciala Slovenije in izkoriščanje obstoječih priložnosti je strateško usmerjeno v štiri fokusna področja. Prva strategija podpira boljše gospodarsko uspešnost s tehnološko prenovo za povečanje produktivnosti in dodane vrednosti v »konvencionalnih« sektorjih, povezanih s kmetijstvom in gozdarstvom. Poleg tega bi lahko bila razvoj modularnih kontekstu prilagojenih biorafinerij in krepitev motivacije podjetij za sodelovanje v razširjenih biozasnovanih vrednostnih verigah učinkovita ukrepa pri dodajanju vrednosti lokalno pridobljeni biomasi in zapiranju zank, pa tudi pri pospeševanju prehoda na biozasnovane tehnologije v novih sektorjih biogospodarstva. Druga strategija je povezana z raziskavami, razvojem in inovacijami, da bi odstranili ovire za močnejša partnerstva med industrijo in raziskavami ter spodbudili sprejemanje inovacij s krepitvijo makroregionalnih in medsektorskih partnerstev RRI. Ključni elementi so pobude industrije, usmerjene v vzpostavitev nacionalnega biogospodarskega središča (za izmenjavo informacij in strokovnega znanja ter ustvarjanje poslovnih priložnosti s sodelovanjem), spodbujanje vodilnih industrij, da prevzamejo povezovalno vlogo pri rasti integriranih biogospodarskih vrednostnih verig, ter krepitev spodbujevalnega okolja za razvoj integriranih vrednostnih verig biogospodarstva (tržne informacije, tvegani kapital, biogospodarski grozdi, javno-zasebna partnerstva). Upravljanje in politika sta bila prepoznana kot drugi kritični dejavnik, ki vpliva na razvoj biogospodarstva v Sloveniji. Prednost je treba dati doseganju soglasja o strateškem pomenu in institucionalni konsolidaciji biogospodarstva ter oblikovanju namenske nacionalne biogospodarske strategije in akcijskega načrta. Izboljšanje podatkovnih zbirk za strateško načrtovanje, ki temelji na dokazih, okrepljeno usklajevanje ukrepov in instrumentov ter krepitev ukrepov za povečanje povpraševanja po bioloških proizvodih in storitvah bi morali prispevati k ustvarjanju ustreznih razmer za zagotovitev integriranega, trajnostnega in robustnega sistema biogospodarstva.

Literatura in viri:

Juvančič, L., Arnič, D., Berne, S., Grilc, M., Hočevar, B., Humar, M., Javornik, S., Stare, D., Kocjančič, T., Kranjc, N., Križnik, N. B., Likožar, B., Lovec, M., Mavsar, S., Mešl, M., Mihelič, R., Novak, A., Osojnik-Črnivec, I. G., Oven, P., Poklar Ulrih, N., Prisljan, P., Rac, I., Ščap, Š., 2021a. Premostitev vrzeli v biogospodarstvu: od gozdne in kmetijske biomase do inovativnih tehnoloških rešitev (Bridging gaps in bioeconomy: from forestry and agriculture biomass to innovative technological colutions: BRIDGE2BIO). Zaključno poročilo CRP projekta V4-1824. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 2021. 103 str.

Juvančič, L., Mešl, M., Križnik, N. B., Lovec, M., Osojnik-Črnivec, I. G., Arnič, D., Oven, P., Berne, S., Rac, I., Kocjančič, T., Novak, A., 2021b. Premostitev vrzeli v biogospodarstvu od gozdne in kmetijske biomase do inovativnih tehnoloških rešitev: zapiranje snovnih in energetskih tokov biomase – presoja scenarijev in podpornih ukrepov države. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, jun. 2021. 90 str.

Juvančič L., Novak A., Lovec M., Rac I., Kocjančič T., Arnič D., Nipers A., Upite I., Vitunskienė, V., 2021c. Bioeconomy institutional profiles – comparative analysis, benchmarking and policy recommendations. Deliverable D1.4: BIOEASTsUP project; pp. 359.

Ključne besede:

SWOT, biogospodarstvo, strateške usmeritve

Zahvale:

Zahvaljujemo se vsem sodelavcem projekta Bridge2Bio in BIOEASTsUP, ki so prispevali k oblikovanju koncepta biogospodarstva v Sloveniji. Posebej smo hvaležni za finančno podporo projekta Bridge2Bio s strani ARRS (V4-1824) in MKGP ter za financiranje BIOEASTsUP v okviru EU H2020 (862699).

Naklonjenost lastnikov gozdov do prilagoditev gospodarjenja z gozdom, pomembnih za krepitev gozdno-lesnega biogospodarstva

Kaja Plevnik¹ in Anže Japelj¹

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

E-naslov: kaja.plevnik@gozdis.si

Poudarki:

- Za lastnike gozdov so oskrbovalne in uravnalne ekosistemske storitve (ES) pomembnejše od kulturnih.
- Lastniki gozdov so izrazili veliko pripravljenost za izvajanje več nege v svojem gozdu in majhno pripravljenost za sajenje tujerodnih drevesnih vrst.

Predavanje:

V boju s podnebno krizo je bil na ravni EU sprejet Evropski zeleni dogovor (EK, 2019), katerega vodilne pobude so Strategija EU za biotsko raznovrstnost (EK, 2020), Strategija EU za gozdove (EK, 2021) in Strategija EU za biogospodarstvo (EC, 2018). Gozdovi so temeljni vir surovin v večini evropskih biogospodarskih strategij. Poleg proizvodnih zagotavljajo več ekoloških vlog, vključno s skladiščenjem ogljika, zagotavljanjem habitatov in socialnih koristi, kot so možnosti za rekreacijo in turistične aktivnosti. Uspešnost uresničevanja vizij biogospodarstva, vezanega na gozdno-lesne vire, in hkrati zelenega dogovora je močno odvisna od razpoložljivosti obnovljivih naravnih virov in drugih koristi, ki jih zagotavljajo gozdovi in se kažejo v stanju njihovih ES (oskrbovalne, uravnalne in kulturne). V raziskavi o preferencah lastnikov gozdov smo v prvi vrsti ugotavljali prepoznavanje pomembnosti posameznih ES v povezavi z biogospodarstvom. Definirali smo pet ključnih vidikov, povezanih s politiko varstva biotske raznovrstnosti, gozdov in biogospodarstva, ter preverjali pripravljenost lastnikov, da jih uresničujejo (npr. izvajanje več nege, strogo zavarovanje gozdov, uvajanje tujerodnih drevesnih vrst, izvajanje gozdnega turizma).

Literatura in viri:

- EC. 2018. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment: updated bioeconomy strategy, Brussels <https://data.europa.eu/doi/10.2777/478385> (24. 4. 2023).
- EK. 2019. Evropski zeleni dogovor. COM(2019) 640 final. Sporočilo komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij, Bruselj https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0015.02/DOC_1&format=PDF (24. 4. 2023).
- EK. 2020. Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030. COM(2020) 380 final. Sporočilo komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij, Bruselj https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF (24. 4. 2023).
- EK. 2021. Nova strategija EU za gozdove do leta 2030. COM(2021) 572 final. Sporočilo komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij, Bruselj https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0d918e07-e610-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF (24. 4. 2023).

Ključne besede:

biogospodarstvo, lastniki gozdov, preference, ekosistemske storitve, spremembe gospodarjenja z gozdovi

Zahvale:

Prispevek je bil pripravljen s podporo raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107) ter vanj vključenega programa usposabljanja mlade raziskovalke Kaje Plevnik.

