



Silva Slovenica

Studia Forestalia Slovenica

159



Univerza v Ljubljani

Biotehniška fakulteta

Znanstveno srečanje

GOZD IN LES 2018:

ZNANOST ZA PRIHODNOST



Ljubljana, 22. maj 2018

Zbirka Studia Forestalia Slovenica, 159
ISSN zbirke 0353-6025

ISBN 978-961-6993-41-8

Izdajatelj: založba *Silva Slovenica*, Gozdarski
inštitut Slovenije, Ljubljana 2018

Naslov: GOZD in LES 2018: ZNANOST ZA
PRIHODNOST

Odgovorna urednika / Editor-in-Chief:
prof. dr. Miha Humar, prof. dr. Hojka Kraigher

Uredniški odbor monografije:

prof. dr. Miha Humar, prof. dr. Hojka Kraigher,
prof. dr. Janez Krč, prof. dr. Tomislav Levanič,
prof. dr. Marko Petrič, doc. dr. Primož Simončič,
akad. Andrej Kranjc

Glavni urednik: dr. Peter Železnik

Tisk: *Silva Slovenica*

Izdaja: 1. izdaja

Naklada: 60 izvodov

Cena: brezplačno

Elektronski izvod:

<https://doi.org/10.20315/SFS.159>

Sofinanciranje / co-financing:

LIFEGENMON (LIFE13 ENV/SI/000148) s
sofinanciranjem MOP, MKGP in programske
skupine P4-0107 ARRS.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Kazalo

- 1 **PREDGOVOR**
Hojka KRAIGHER, Miha HUMAR
- 2 **EASAC - MULTI-FUNCTIONALITY AND SUSTAINABILITY IN THE EUROPEAN UNION'S FORESTS**
Andrej KRANJČ, Primož SIMONČIČ, Hojka KRAIGHER
- 3 **POZNAVANJE RAZMNOŽEVALNEGA POTENCIALA SRN IN NJEGOVE SPREMENLJIVOSTI ZA IZBOLJŠANJE UPRAVLJANJA POPULACIJ SRNJADI**
Katarina FLAJŠMAN, Klemen JERINA, Boštjan POKORNY
- 5 **KAKO POSPEŠITI SIVENJE LESA NA PROSTEM?**
Primož HABJAN, Boštjan LESAR, Miha HUMAR
- 7 **MASIVNA LESENA GRADNJA**
Iztok ŠUŠTERŠIČ
- 9 **GOZDNI GENETSKI MONITORING V ZGODOVINSKEM ARHIVU: INTERPRETACIJA SEDANJOSTI JE UČINKOVITEJŠA S POGLEDOM V PRETEKLOST**
Domen FINŽGAR, Marjana WESTERGREN, Hojka KRAIGHER
- 10 **ODZIV PUHASTEGA HRASTA (*Quercus pubescens* Willd.) NA SUŠNI STRES V RAZLIČNIH TLEH SUBMEDITERANSKEGA OBMOČJA**
Martina LAVRIČ, Dominik VODNIK, Mitja FERLAN, Klemen ELER, Jožica GRIČAR
- 11 **POVEZAVA MIKORIZNIH ZDRUŽB IN FENOLOGIJE NAVADNE JELKE (*Abies alba* Mill.)**
Tina UNUK, Tijana MARTINOVIČ, Domen FINŽGAR, Tine GREBENC, Hojka KRAIGHER
- 12 **VKLJUČEVANJE LJUBITELJSKE ZNANOSTI (CITIZEN SCIENCE) V ZBIRANJE PODATKOV O INVAZIVNIH TUJERODNIH VRSTAH V GOZDOVIH V PROJEKTU LIFE ARTEMIS**
Simon ZIDAR, Nikica OGRIS, Maarten DE GROOT in Lado KUTNAR
- 13 **OBLIKOVANJE SCENARIJEV PRIHODNJE RABE TAL: IZKUŠNJE IN REZULTATI DELA NA PILOTNEM OBMOČJU SLOVENSKO PRIMORJE IN ISTR**
Anže JAPELJ, Vasja LEBAN, Janez KRČ
- 14 **VPLIV RABE TAL NA POJAVLJANJE URBANIH TOPLOTNIH OTOKOV V SLOVENIJI**
Anica SIMČIČ, Milan KOBAL
- 15 **IZOLACIJA CELULOZNIH NANOFIBRIL IZ RAZLIČNIH VRST LIGNO-CELULOZNE BIOMASE**
Primož OVEN, Ida POLJANŠEK, Viljem VEK, Vid Oblak, Jani BERTONCELJ, Vladimira PETROVIČ ŠENK, Urša OSOLNIK, Jaka LEVANIČ
- 17 **ZASNOVA NAPRAVE ZA OBDELAVO POVRŠIN LESA Z DBD PLAZMO S PLAVAJOČO ELEKTRODO**
Jure ŽIGON, Sebastian DAHLE
- 18 **KAKOVOST LEPILNEGA SPOJA MED LESOM IN JEKLOM**
Jaša SARAŽIN, Milan ŠERNEK
- 19 **GRADNJA Z BALAMI SLAME - PRIMER IZ PRAKSE »HIŠA V RADOMLJAH« IN DOLGOROČNO MERJENJE TOPLOTNEGA TOKA**
Larisa BROJAN

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630(497.4)(082)

674(497.4)(082)

ZNANSTVENO srečanje Gozd in les (Ljubljana ; 2018)

Znanost za prihodnost / Znanstveno srečanje Gozd in les 2018, Ljubljana, 22. maj 2018 ; [glavni urednik Peter Železnik]. - 1. izd. - Ljubljana : Založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 2018. - (Studia Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 159)

ISBN 978-961-6993-41-8

1. Gl. stv. nasl. 2. Dodat. nasl. 3. Železnik, Peter
295004928

Znanstveno srečanje

GOZD IN LES

Znanstveno srečanje

GOZD in LES 2018: ZNANOST ZA PRIHODNOST

bo v torek, 22.05.2018, od 9.00 do 13.00,

v veliki dvorani Gozdarskega inštituta Slovenije (Večna pot 2, Ljubljana)

Programski odbor:

prof. dr. M. Humar, prof. dr. H. Kraigher, akad. dr. A. Kranjc, doc. dr. P. Simončič

Program srečanja

8:30 – 9:00 registracija udeležencev

9:00 – 9:20 Otvoritev srečanja in pozdravni nagovori (moderatorja: prof. dr. H. Kraigher, prof. dr. M. Humar)

Direktor GIS, **doc. dr. Primož Simončič**

Prodekan BFL, **prof. dr. Miha Humar**

Predsednik SAZU, **akad. Tadej Bajd**

9:20 – 11:00 Vabljen predavanja (moderatorka: prof. dr. M. Jurc)

9:20 – 9:50 *A. Kranjc, P. Simončič, H. Kraigher:* Predstavitev poročilo EASAC - Multifunctionality and sustainability in the European Union's forests

9:50 – 10:10 *Katarina Flajšman:* Poznavanje razmnoževalnega potenciala srn in njegove spremenljivosti za izboljšanje upravljanja populacij srnjadi

10:10 – 10:30 *Primož Habjan:* Kako pospešiti sivenje lesa na prostem?

10:30 – 10:50 *Iztok Šušteršič:* Innorenew

Znanstveno srečanje

GOZD IN LES

11:00 – 12:00 Plenarne predstavitve plakatov* (moderator: prof. dr. M. Petrič)

- 11:00 – 11:05 *Domen Finžgar*: Gozdni genetski monitoring v zgodovinskem arhivu: interpretacija sedanosti je učinkovitejša s pogledom v preteklost
- 11:05 – 11:10 *Martina Lavrič*: Odziv puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.) na sušni stres v različnih tleh submediteranskega območja
- 11:10 – 11:15 *Tina Unuk*: Povezava mikoriznih združb in fenologije navadne jelke (*Abies alba* Mill.)
- 11:15 – 11:20 *Simon Zidar*: Vključevanje ljubiteljskih raziskovalcev (citizen scientists) v zbiranje podatkov o invazivnih tujerodnih vrstah v gozdovih v projektu LIFE ARTEMIS
- 11:20 – 11:25 *Anže Japelj*: Oblikovanje scenarijev prihodnje rabe tal: izkušnje in rezultati dela na pilotnem območju Slovensko primorje in Istra
- 11:25 – 11:30 *Anica Simčič*: Vpliv rabe tal na pojavljanje urbanih toplotnih otokov v Sloveniji
- 11:30 – 11:35 *Vid Oblak*: Izolacija celuloznih nanofibril iz različnih vrst ligno-celulozne biomase
- 11:35 – 11:40 *Jure Žigon*: Zasnova naprave za obdelavo površin lesa z DBD plazmo s plavajočo elektrodo
- 11:40 – 11:45 *Jaša Saražin*: Kakovost lepilnega spoja med lesom in jeklom
- 11:45 – 11:50 *Larisa Brojan*: Gradnja z balami slame - primer iz prakse »hiša v Radomljah« in dolgoročno merjenje toplotnega toka

*Plakati so na ogled na Gozdarskem inštitutu Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

12:00 – 13:00 odmor s prigrizkom

Pokrovitelj prireditve:



RAZVOJ SISTEMA GENETSKEGA MONITORINGA GOZDOV

Predgovor

Gozdarski inštitut Slovenije in Oddelek za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani letos v sodelovanju s Svetom za varovanje okolja SAZU (SVO SAZU) organiziramo v torek, 22. maja 2018, na Gozdarskem inštitutu Slovenije, že deveto tradicionalno znanstveno srečanje GOZD in LES. Znanstveno srečanje, namenjeno predvsem predstavitev mladih in mlajših znanstvenikov, je letos naslovljeno: »GOZD in LES: ZNANOST ZA PRIHODNOST«.

Osnovna načela **Slovenske gozdarske šole**, ki so jo na osnovi tradicionalnih pristopov v slovenskem gozdarstvu in spoznanj tedanje znanosti zasnovali fitocenolog dr. Maks Wraber (1950: »Gospodarjenje z gozdovi na osnovi genetike«), dr. Miran Brinar je njegova načela vpeljal v prakso obnove gozdov, prof. dr. Dušan Mlinšek pa je v letih 1960 – 1970 zasnoval koncept so-naravnega, multifunkcionalnega, trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, so bila v osemdesetih letih prejšnjega stoletja predstavljena svetovni javnosti. Danes so prepoznana kot »Slovenska gozdarska šola« in predstavljajo osnovno shemo okolju in naravi prijaznega gospodarjenja z gozdovi.

Zaradi dobro ohranjenih velikih gozdnih kompleksov in neokrnjene narave so čisto in zdravo okolje, ohranjena biotska raznovrstnost in naravni viri glavna značilnost Slovenije. Upamo, da jih bomo z ustrežno prepoznavnostjo, in podprto z razvojem znanosti, ohranjali tudi v bodoče. V času hitrih klimatskih sprememb je namreč potrebno tudi koncepte Slovenske gozdarske šole prilagajati in razvijati, da bo mogoče gozdove ohraniti na njihovem območju razširjenosti in v podobnem stanju, kot jih poznamo danes, tudi zanamcem.

Zato bomo na letošnjem srečanju, na pobudo SVO SAZU, predstavili tudi poročilo skupine EASAC (European Academies' Science Advisory Council) z naslovom »Multifunctionality and sustainability in the European Forests«. SVO SAZU je letos soorganizator srečanja, z veseljem pa smo pozdravili v programskem odboru tudi predsednika SVO SAZU, akademika Andreja Kranjca.

Glede na vsebino letošnjega posvetovanja, povezovanja znanosti in stroke, in glede na nove izzive znanosti verjamemo, da bomo s posvetom prispevali k večji prepoznavnosti pomena okolja, narave, gozdov, znanosti in stroke s področja gozdarstva in lesarstva.

Izr. prof. dr. Hojka Kraigher, Gozdarski inštitut Slovenije

Prof. dr. Miha Humar, Biotehniška fakulteta Univerza v Ljubljani

EASAC - Multi-functionality and sustainability in the European Union's forests

Andrej KRANJC¹, Primož SIMONČIČ², Hojka KRAIGHER²

¹ Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Novi trg 3, Ljubljana

² Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

Predstavljen bo znanstveno-svetovalni organ Evropskih Akademij (EASAC: European Academies Science Advisory Council), ki je namenjen znanstvenemu svetovanju za dobrobit Evrope, in njegovo poročilo »Multifunkcionalnost in trajnost v gozdovih Evropske unije« (Multi-functionality and sustainability in the European Union's forests; EASAC policy report 32, April 2017, www.easac.eu).

Poznavanje razmnoževalnega potenciala srn in njegove spremenljivosti za izboljšanje upravljanja populacij srnjadi

Katarina FLAJŠMAN¹, Klemen JERINA², Boštjan POKORNY^{1,3}

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

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

³ Visoka šola za varstvo okolja, Trg mladosti 7, 3320 Velenje, Slovenija

E-naslov: katarina.flajsman@gozdis.si

IZVLEČEK

Evropska srna (*Capreolus capreolus* L.) je v Sloveniji in tudi drugod po Evropi najpomembnejša lovskoupravljaljska vrsta. Upravljanje s srnjadjo in tudi drugimi vrstami divjadi zahteva dobro poznavanje ekologije in osnovnih populacijskih parametrov, ki vplivajo na populacijsko dinamiko vrst. Eden ključnih dejavnikov, ki jih je treba poznati in upoštevati pri učinkovitem trajnostno naravnem upravljanju, je razmnoževalni potencial vrste, saj le-ta določa prirastek in posledično število osebkov, ki jih je dopustno ali potrebno iz populacije odvzeti za doseganje upravljaljskih ciljev.

Razmnoževalni potencial določene vrste, ki je opredeljen s stopnjo plodnosti in/ali oplojenosti samic, številom mladičev na posamezno samico in spolnim razmerjem zarodkov/mladičev, je pod vplivom različnih individualnih, populacijskih ter okoljskih dejavnikov. Zaradi delovanja teh dejavnikov je zanj značilna prostorsko-časovna spremenljivost: med posameznimi leti se spreminja, razlikuje se tudi med območji/populacijami. Poznavanje razmnoževalnega potenciala in dejavnikov, ki vplivajo na njegovo variabilnost, je zato pomemben podatek, ki lahko pripomore k boljšemu in bolj prožnemu upravljanju z vrstami.

V obdobju 2013–2015 smo ugotavljali razmnoževalni potencial samic srnjadi v Sloveniji in v Evropi. Plodnost in potencialno velikost legla smo določali s štetjem rumenih telesc v jajčnikih. Analizirali smo 1894 vzorcev rodil srn (1312 jih je bilo ustreznih za nadaljnje analize), odvzetih v 85-ih loviščih. Ugotovili smo, da imajo srne v Sloveniji velik razmnoževalni potencial: 97,6 % vseh analiziranih samic je bilo plodnih, povprečna potencialna velikost legla (upoštevaje samo plodne osebke) je bila 1,85, povprečna potencialna razmnoževalna sposobnost (upoštevaje tudi neplodne osebke) pa 1,80. Na razmnoževalno sposobnost je imela največji (pozitiven) vpliv telesna masa srn. Vpliv telesne mase je bil starostno pogojen in je bil večji pri mladih kot starejših srnah. Med okoljskimi dejavniki je imela največji neposredni vpliv povprečna letna temperatura, z naraščanjem le-te se je razmnoževalna sposobnost srn povečevala; nasprotno so višje poletne temperature in sušno poletje zmanjšale plodnost in pričakovano velikost legla enoletnih srn (mladic) v letu 2013. Vpliva populacijske gostote srnjadi na nivoju Slovenije nismo zaznali, zaznali pa smo ga s primerjavo razmnoževalnega potenciala srn na kontinentalnem nivoju, tj. s primerjavo med 61-imi populacijami iz 15 evropskih držav. Slednje kaže, da je gradient populacijskih gostot srnjadi v Sloveniji premajhen, da bi lahko imel vpliv na razmnoževalni potencial srn.

Ugotovitve so pomembne za nadaljnje upravljaljske odločitve, pri čemer je treba izpostaviti: (i) medletno variabilnost v plodnosti in pričakovani velikosti legla (zlasti enoletnih) srn, ki je posledica vpliva poletnega vremena na telesne mase in posledično na razmnoževalni uspeh oz. prirastek; (ii) starostno-specifičen vpliv telesne mase na razmnoževalno sposobnost srn, zaradi česar lahko s selektivnim odstrelom zlasti telesno šibkih mladic pomembno vplivamo na prirastek srnjadi v prihodnjem letu; (iii) uporabnost metode štetja rumenih telesc (le-ta zlasti pri mladicah zaradi majhnih izgub pri implantaciji oplojenih jajčnih celic dovolj dobro odražajo število zarodkov oz. dejansko velikost legla) za ugotavljanje medletne variabilnosti v razmnoževalni sposobnosti srn, zaradi česar bi bilo smiselno to metodo vpeljati v vsakdanjo prakso upravljanja populacij srnjadi.

Za učinkovito in trajnostno upravljanje divjadi (zlasti parkljarjev) bi bila sicer zelo dobrodošla informacija o absolutni ali vsaj relativni številčnosti vrst. Vendar številčnosti srnjadi zaradi njenega načina življenja ni možno ugotavljati, vsaj ne z metodami, ki bi jih bilo mogoče učinkovito in racionalno izvajati velikopovršinsko, v vsakdanji praksi. Za izboljšanje upravljanja je zato ključno, da začnemo uporabljati nekatere nove kazalnike, ki odražajo populacijsko dinamiko oz. vsaj medletna nihanja v številčnosti/prirastku. Raziskave, ki smo jih v zadnjih letih izvajali v Sloveniji in nekaterih drugih evropskih državah kažejo, da je ugotavljanje prisotnosti in štetje rumenih telesc v jajčnikih srn (zlasti mladice) lahko uporaben in relevanten kazalnik v adaptivnem upravljanju populacij.

ZAHVALA

Glavnina raziskave je bila izvedena v sklopu doktorskega izobraževanja prve avtorice prispevka v programu usposabljanja mladih raziskovalcev, za kar je finančna sredstva zagotovila Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS (ARRS; pogodba št. 1000-12-0404), finančno in logistično podporo je zagotovila tudi Lovska zveza Slovenije. Del raziskave je potekal v sklopu ciljnega raziskovalnega projekta (CRP, V4-1627), ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter ARRS. KF in BP sta člana programske skupine P4-0107 (Gozdna biologija, ekologija in tehnologija). Zahvaljujemo se vsem upravljavcem lovišč in lovcem, ki so se vključili v zbiranje podatkov in vzorcev.

Kako pospešiti sivenje lesa na prostem?

Primož HABJAN¹, Boštjan LESAR¹, Miha HUMAR¹

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

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

IZVLEČEK

Med uporabo lesa na prostem je les izpostavljen številnim dejavnikom razkroja, ki jih lahko ločimo na biotske in abiotske dejavnike. Na površini lesa povzročajo različne spremembe, opazne predvsem kot spreminjanje barve in reliefa površine (Feist, 1989; Evans, 2001; Williams, 2005). Energija sončnega sevanja sproži fotodegradacijo lesa – proces kemijskih reakcij, s katerimi nastanejo razkrojni produkti, ki dajo lesu značilno rumeno-rjavo barvo (Pandey, 2005). Kjer dež moči les, se produkti razgradnje izperejo. Na površini ostanejo celulozna vlakna, ki lesu dajejo svetlo sivo barvo. Les začne siveti že po 6 do 12 mesecih zunanje izpostavitve. Hitrost fotodegradacije je odvisna od lesne vrste in intenzivnosti izpostavitve (Evans, 2001; Rütther in Jelle, 2013). V bolj suhem in hladnem podnebju je končna barva lesa nekoliko svetlejša kot v vlažnejšem in toplejšem, saj v slednjem površino lesa naselijo glive modrivke in plesni (Evans, 2001).

Videz svežega lesa je privlačen in atraktiven, všečen pa je tudi izgled staranega lesa, ko dobi srebrno-siv lesk. V vmesnem času se spremembe velikokrat ne dogajajo simultano po celotni površini, zato les dobi neenoten izgled, ki je med uporabniki lesenih izdelkov nezaželen. Drugi vzrok za neenakomerno spreminjanje barve je konstrukcijska zaščita. Njen vpliv lahko največkrat opazimo na lesenih fasadah, ki so delno zaščitene z napuščem. Površina lesenih elementov, ki so najvišje pod napuščem, se spreminja najpočasneje, ker so najmanj izpostavljene vremenskim dejavnikom. Da bi preprečili zgoraj omenjene spremembe površine lesa, izpostavljenega na prostem, se uporabljajo različni premazi za površinsko zaščito lesa (Jaić in Živanović-Trbojević, 2000), ki zahtevajo redno obnavljanje (Nejad in Cooper, 2017).

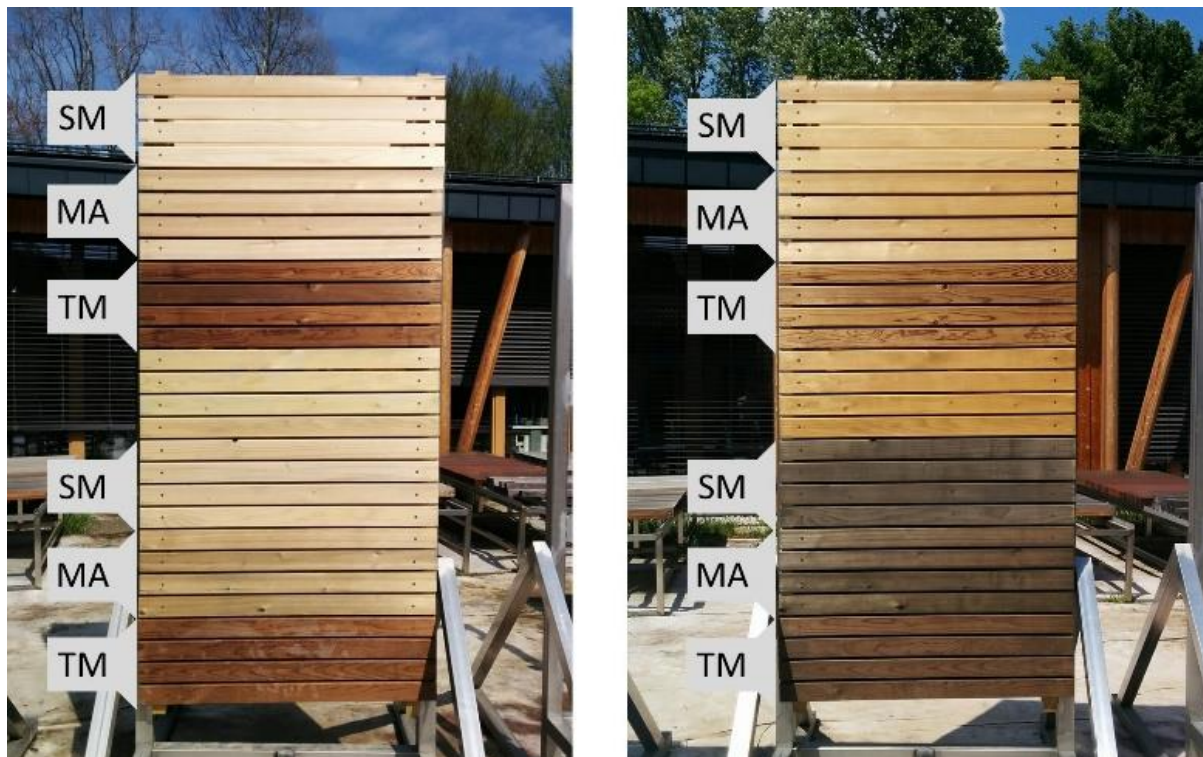
Ker se želimo izogniti neenotnemu izgledu lesenih fasad, lahko les že ob vgradnji površinsko obdelamo, tako da imitiramo izgled staranega lesa. V okviru te raziskave smo preizkusili uporabo vodne raztopine železovega(II) sulfata (FeSO_4). Les ob stiku z železovimi ioni posivi in pridobi videz starane površine lesa. Z obdelavo lesa z železovim(II) sulfatom ohranimo naravno teksturo lesa. Ta tip postopkov v literaturi navadno opisujejo kot kemično luženje lesa (Johnson Leach (1993), Jaić in Živanović-Trbojević (2000)). Ta rešitev se uporablja predvsem za površinsko obdelavo lesnih vrst, bogatih s tanini (Buchanan, 1989). Ob reakciji železovih ionov iz raztopine s tanini površina lesa potemni (različni temni odtenki rjave, črne in modre). V okviru tega prispevka bomo opisali uporabnost železovega(II) sulfata na smrekovini in macesnovini – lesnih vrstah, ki sta najpogosteje uporabljene za izdelavo zunanjih lesnih oblog in ne vsebujeta taninov. Kemično luženje z železovim(II) sulfatom se že uporablja ponekod v Skandinaviji (Zimmer in sod., 2018), vendar je zaradi drugačnih klimatskih pogojev pri nas o primernosti tega postopka težko sklepati.

V okviru preliminarnega testa smo na terenskem polju Oddelka za lesarstvo izpostavili 46 smrekovih (*Picea abies*) in 39 macesnovih (*Larix decidua*) ploščic dimenzij $11 \times 4 \times 1 \text{ cm}^3$ na južno in severno stran stojala z naklonom 45° . Ploščice smo površinsko obdelali z različnimi koncentracijami vodne raztopine železovega(II) sulfata. Za primerjavo smo pripravili vzorce, premazane s tremi lazurami na vodni osnovi različnih sivih odtenkov proizvajalca Remmers (Remmers GmbH, Nemčija), premazane z 2 % in 3 % koncentracijo sivega pigmenta z dodano emulzijo voska Silvacera (Silvaprodukt, d.o.o.) in neobdelane vzorce. Opazovali smo, kako se barvni odtenki s časom spreminjajo in jih ovrednotili v CIELab barvnem prostoru.

Opazili smo, da tako smrekovina kot macesnovina takoj ob nanosu raztopine železovega(II) sulfata le minimalno posivita - še zdaleč ne toliko, kot s tanini bogate lesne vrste. Ob izpostavitvi vremenskim dejavnikom pa je površina vzorcev hitro začela siveti in v enem mesecu dosegla siv odtenek, podoben tistemu naravno staranega lesa.

V nadaljevanju smo na terenskem polju Oddelka za lesarstvo izpostavili še drugi, realnejši test. Pripravili smo stojalo s fasadnimi elementi – letvicami rombastega preseka (slika 1). Uporabili smo smrekovino, macesnovino in termično modificirano smrekovino. Polovico elementov smo obdelali s 5 % vodno

raztopino železovega(II) sulfata. Po štiri horizontalno orientirane letvice dimenzij $100 \times 7 \times 2,4 \text{ cm}^3$, izdelane iz navedenih materialov, smo pritrdili na pokončno stojalo. V nadaljevanju bomo spremljali spreminjanje barve posameznega materiala. Delo bomo nadaljevali z analizo mehanizma pospešenega sivenja smrekovine in macesnovine po obdelavi z vodno raztopino železovega(II) sulfata ob izpostavitvi vremenskim vplivom.



VIRI

- Buchanan G. 1989. Möbelrestauration selbstgemacht: eine Anleitung in rund 1000 Bildern. Augustus Verlag, Augsburg, 279 str.
- Evans P. D. 2001. Wood Products: Weathering. V: Encyclopedia of Materials: Science and Technology (Second Edition). 9716-9721
- Feist W. C. 1989. Outdoor Wood Weathering and Protection. V: Rowell R. M., Barbour R. J. Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation. 263-298
- Jaić M., Živanović-Trbojević R. 2000. Površinska obrada drveta. Zavod za GT TMF, Beograd, 400 str.
- Johnson Leach N. 1993. Modern Wood Finishing Techniques. Stobart Davies Ltd, Hertford, 235 str.
- Nejad M., Cooper P. 2017. Exterior Wood Coatings. V: Concu G. Wood in Civil Engineering: 111-129
- Pandey, K. K. 2005. Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. Polymer Degradation and Stability, 90: 9-20
- Rüthter P., Jelle B. P. 2013. Color changes of wood and woodbased materials due to natural and artificial weathering. Wood Material Science & Engineering, 8:1, 13-25, DOI: 10.1080/17480272.2012.696699
- Williams S. 2005. Weathering of wood. In: Rowell RM, editor. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press.
- Zimmer K., Gobakken Ross L., Flindall O., Nygaard M. 2018. Colour changes in unpainted wooden façades - Fifty Shades of Grey. Proceedings IRG Annual Meeting, IRG/WP 18-10903. 23 str.

ZAHVALA

Prispevek je rezultat več projektov, ki jih je sofinancirala ARRS: L4-7547 – Obnašanje lesa in lignoceluloznih kompozitov v zunanjih razmerah, P4-0015 – Programska skupina Les in lignocelulozni kompoziti, 0481-09 Infrastrukturni center za pripravo, staranje in terensko testiranje lesa ter lignoceluloznih materialov (IC LES PST). Del raziskav je potekal tudi v okviru projekta razvoj verig vrednosti v okviru razpisov Strategije pametne specializacije; TIGR4smart.

Masivna lesena gradnja

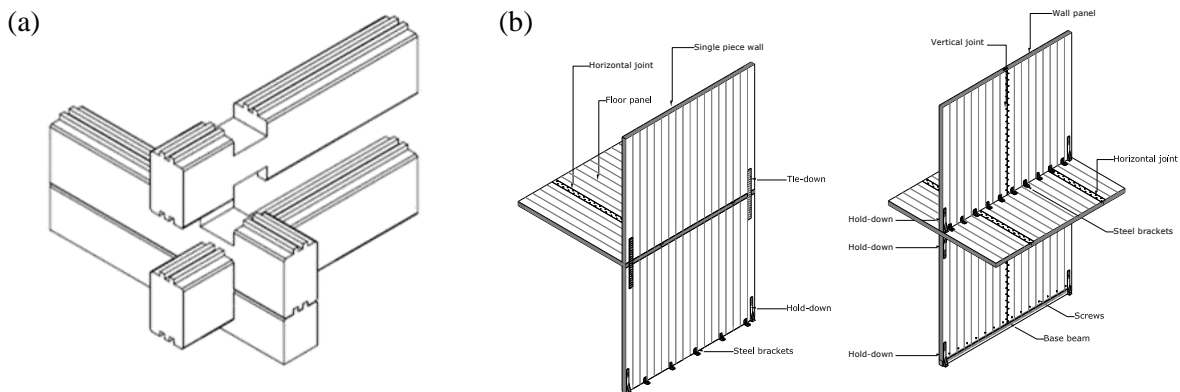
Iztok ŠUŠTERŠIČ¹

¹ InnoRenew CoE Center odličnosti za raziskave in inovacije na področju obnovljivih materialov in zdravega bivanjskega okolja, Livade 6, 6310 Izola, Slovenija

E-naslov: iztok.sustersic@innorenew.si

IZVLEČEK

Pri masivnih leseni gradnji v osnovi razlikujemo (Slika 1) tiste zgradbe, ki imajo stene iz masivnih tramov – brun (kladna gradnja) in tiste iz mozničenih ali lepljenih lesenih elementov CLT, XLAM. Načeloma pa med masivno leseno gradnjo v osnovi uvrščamo tudi konstrukcije iz enosmerno lepljenih ali žebeljanih lesenih nosilcev. Masivne stene so navadno enostransko obložene z izolacijo in mavčnimi ploščami, mogoča pa je tudi izvedba brez obloge, kjer je stena iz vidnih brun, tramov ali plošč iz križno lepljenega lesa. Zunanje stene so lahko zaščitene z oblogo iz lesa, ali z ometom, ali obzidane s fasadno opeko. Stropne konstrukcije so navadno masivne lepljene lesene plošče ali pa stropni nosilci z obojestransko oblogo iz plošč in polnilom. Sistem iz brun so primerni za gradnjo dvo, izjemoma pa tri etažnih objektov. Zaradi nizke nosilnosti lesa pravokotno na vlakna je precej omejena že njihova vertikalna nosilnost.



Slika 1: Dva tehnično popolnoma različna tipa masivne lesene gradnje; koncept masivne kladne gradnje iz brun (a) in križno lepljene lesene gradnje z dvema načinoma spajanja sten (b).

Možnost za visoko gradnjo tako nudijo edino le CLT plošče oziroma sistemi iz lepljenih lesenih nosilcev večjih prerezov. CLT plošče so v začetku devetdesetih let razvili v Nemčiji in Avstriji. Predvsem Avstrija je v sodelovanju z industrijo in raziskovalno sfero poskrbela za razvoj modernega križno lepljenega lesa (Gagnon, Pirvu, 2011). Material je v začetku 21. stoletja doživel velik vzpon (Schickhofer, 2012), ko so proizvajalci zanj pridobili vsa potrebna tehnična soglasja, v pomoč pa mu je bil tudi splošni trend zelene gradnje in dejstvo, da je konceptualno bližje klasičnim, masivnim načinom gradnje. Obenem omogoča pestro arhitekturo in izvedbo večetažnih lesenih zgradb. Trenutno najvišja zgradba, ki je v celotni narejena iz križno lepljenih plošč je 10-etažna Forte building v Melbournu, zgrajena leta 2013. CLT ima tudi ugodne gradbeno-fizikalne lastnosti in ob pravilnem dimenzioniranju omogoča visoko potresno odpornost zgradb (Ceccotti, 2008). Proizvod se je v zadnjih letih širi tudi zunaj meja Evrope, na Novo Zelandijo, v Kanado in ZDA (Schickhofer, 2012, Brandner idr. 2015). Schickhofer (2012) je v analizi trga iz leta 2011 ugotovil, da je bilo v Evropi proizvedenega 450 000 kubičnih metrov križno lepljenega lesa, drugod po svetu pa 25 000 m³. Podatki iz leta 2015 (Brandner, 2015) kažejo, da je bilo tistega leta na svetu proizvedenih že približno 700 000 kubičnih metrov križno lepljenih plošč. Podatki iz leta 2017 (Jauk, 2017) pa napovedujejo da utegnejo zgolj evropski proizvajalci CLT-ja že letos ali naslednje leto skupaj preseči količino milijona kubičnih metrov. Za razliko od enosmerno (vzporedno) lepljenega lesa (*ang. Glued laminated timber, oz. Glulam*) je struktura lamel (desk) v križno lepljenem lesu izmenjujoča se v dveh pravokotnih smereh, v poljubnem (lihem) številu slojev. Končni elementi so tako stabilizirani v ravnini in manj dovzetni za deformiranje pod vplivom vlage, obenem pa omogočajo izdelavo gradbenih elementov (sten, plošč) v velikih

formatih. Slednji so po navadi zaradi enostavnosti transporta v Evropi omejeni na dimenzijo 2.95 m x 13.5 m. Sredi prvega desetletja 21. stoletja je zraslo več visokih lesenih gradenj (Green, 2012), ki so bile v veliki večini primerov izvedene v križno lepljenem lesu. Ob vse večji uporabi križno lepljenega lesa za večetažne zgradbe pa so začele potekati tudi preiskave njegovega potresnega obnašanja. Prve potresne preiskave križno lepljenih lesenih sten pri ciklični obtežbi v ravnini sten so opravili na Univerzi v Ljubljani, kjer sta Žarnić in Dujč (2005) preučevala, kako način medsebojnega stikovanja vertikalnih CLT plošč (tj. sten) ter velikost plošč vplivata na duktilnost celotnega sistema. Ceccotti idr. (2006, 2008) pa so začeli vpeljevati potresno analizo objektov iz CLT plošč v projektantsko prakso. Uporabili so rezultate projekta SOFIE, v okviru katerega sta bili na potresni mizi v naravnem merilu preizkušeni 3- in 7-etažni stavbi iz CLT plošč; slednja še danes velja za najvišji objekt preizkušen na potresni mizi v naravnem merilu. Na podlagi teh eksperimentov in računalniških simulacij je bil predlagan prvi standardni postopek za izračun faktorjev obnašanja za CLT sisteme (Ceccotti in Sandhaas, 2010). Izjemno visoka poraba, predvsem križno lepljenega lesa, pa odpira nova vprašanja. V evropskem prostoru namreč prehajamo iz obdobja spodbujanja širše uporabe lesa v fazo, ko moramo začeti promovirati njegovo racionalno porabo, oziroma razviti načine kako masivne konstrukcije izdelati bolj smotrno. Za večino enodružinskih hiš uporaba CLT-ja ni nujno potrebna, da izpolnimo vse bistvene zahteve konstrukcije; to je njeno varnost, uporabnost, primerno zvočno in energetsko izolativnost itd. Popolnoma zadoščajo že lahke okvirne ali skeletne konstrukcije, ki potrebujejo bistveno manj surovine. V bodoče bo smiselno razvijati nove produkte iz plantažnih lesov, ki bodo lažje zagotavljali volumne potrebne za izdelavo CLT. Nižje mehanske lastnosti takšnih lesov (npr. topola) lahko kompenziramo z masivno strukturo, ki je še vedno popolnoma primerna za gradnjo družinskih hiš. CLT iz smreke in jelke bo smiselno usmerjati v zahtevnejšo gradnjo, kjer so potrebne boljše materialne karakteristike. Za še bolj zahtevne konstrukcije pa je smiselna tudi vpeljava listavcev, ki nudijo še višje trdnosti. Ponudba slednjih je na trgu še nizka vendar so napovedi za prihodnost smeje. Še bolj kot doslej bo verjetno porabo CLT-ja reguliral tudi trg, saj cena surovine in končnega izdelka narašča. Izbira vrste lesene gradnje utegne v bodoče na trgu postati bolj racionalna kot sedaj in bolj prilagojena dejanskim potrebam objektov. Podobno kot se trenutno investitor na trgu odloča med betonsko, opečno, jekleno ali leseno gradnjo, se utegne v bodoče bolj racionalno odločati tudi za specifično vrsto lesene gradnje.

VIRI

- Jauk G., 2017. Triumph of CLT continues. Timber-online-net
- Gagnon, S., Pirvu, C., 2011. Cross laminated timber handbook. FP Innovations, Canada.
- Schickhofer, G. 2012. Predavanje na dogodku Lignum, Milano, Italy, 11.5.2012.
- Ceccotti, A. 2008. New technologies for construction of medium-rise buildings in seismic regions: the XLAM case. IABSE Structural Engineering International, Special Edition on Tall Timber Buildings 2008 18(2):156-165.
- Ceccotti, A., Follesa, M., Lauriola, M.P., Sandhaas, C., Minowa, C., Kawai, N., Yasumura, M. 2006. Which seismic behaviour factor for multi-storey buildings made of cross-laminated wooden panels? Meeting 39 of the Working Commission W18-Timber Structures, CIB; 2006, Florence (Italy), August 28-31, 8 pp.
- Ceccotti, A., Sandhaas, C. 2010. A proposal for a standard procedure to establish the seismic behaviour factor q of timber buildings. Proceedings world conference on timber engineering WCTE 2010 (pp. 1-11). Trento, Italy: CNR-IVALSA.
- Brandtner, R., Flatschner, G., Ringhofer, A., Schickhofer, G., Thiel, A. 2015. Cross Laminated timber (CLT) – Overview and Development. COST FP 1004, final meeting, 15.4.-17.4.2015, Lisbon, Portugal.
- Green, M. 2012. The Case for Tall Wood Buildings. Canadian Wood Council on behalf of the Wood Enterprise Coalition by Forestry Innovation Investment.
- Žarnić, R., Dujč, B. 2005. Report on evaluation of racking strength of KLH system. University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetical engineering, Slovenia, 2005.

ZAHVALA

Avtor se zahvaljuje Evropski komisiji za financiranje projekta InnoRenew CoE (številka pogodbe #739574) v sklopu Horizont2020 Widespread-Teaming programa.

Gozdni genetski monitoring v zgodovinskem arhivu: interpretacija sedanosti je učinkovitejša s pogledom v preteklost

Domen Finžgar¹, Marjana Westergren¹, Hojka Kraigher¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

IZVLEČEK

Celostno razumevanje trenutnega stanja gozdov je pogojeno z razumevanjem ogromne količine dejavnikov, ki na gozd vplivajo. Med njimi so manj pogosto izpostavljeni npr. zgodovinski okvir, lokalne naravne danosti in gozdarski zapisi. Gozdni genetski monitoring (GGM) je natančno, a ozko usmerjeno raziskovanje gozdov, ki številčno opredeli nekatere posledice tega množstva dejavnikov in je zato dostikrat abstrakten pojem. Dejstvo je, da so z GGM pridobljene numerične vrednosti še bolj abstraktne, interpretacija pa težavnejša, če jim ne znamo pripeti razlogov, zakaj so tako velike ali majhne, kot so.

Zaradi tega razloga smo skušali zgodovino gospodarjenja na zelo ozkem območju dveh gozdno gospodarskih odsekov, kjer se nahaja ploskev GGM za monitoring bukve (*Fagus sylvatica* L.) 'Pri Studencu', ugotoviti preko obiska Zgodovinskega arhiva Ljubljana, Enote za Dolenjsko in Belo krajino v Novem mestu (v nadaljevanju Arhiv).

Zbirka Arhiva obsega dve vsebinsko zanimivi dokumentarni gradivi: **1.)** Zbirko zavoda za gozdove Slovenije, ki hrani dokumente časovnega obdobja 1890-1967 (kamor spadajo predvsem karte in gozdnogospodarski načrti) (NME 268); **2.)** Zbirko Okrajne gozdne inšpekcije Novo mesto, dokumenti obdobja 1884-1934 (kamor spadajo razna poročila, odločbe, spisi in delovodniki) (NME 13). Gradiva so dobro katalogizirana s priloženimi seznanji. Pregled dokumentarnega gradiva otežuje mestoma neberljiva s svinčnikom zapisana arhaična nemščina, krhkost dokumentov, in v primeru zbirke 2. tudi velikega obsega upravnih, vsebinsko nepomembnih listin (npr. potnih nalogov).

Iz navedenih dveh virov smo na podlagi »mehkih« in »trdih« podatkov iz evidenc štirih različnih držav skozi katere se je razvijalo slovensko gozdarstvo, skušali sklepati o sedanji izrazito enomerni in deloma enodobni strukturi visokokakovostne bukve. Na njeno rast so v preteklosti vplivali veliki snegolomi, načrtna sadnja iglavcev in eden največjih obratov v regiji za taljenje železove rude.

VIRI

NME 13. Okrajna gozdna inšpekcija Novo mesto. Zgodovinski arhiv Ljubljana, Enota za Dolenjsko in Belo krajino, Novo mesto (arhivski zapisi)

NME 268. Gozdno gospodarstvo Novo mesto (2. akcesija). Zgodovinski arhiv Ljubljana, Enota za Dolenjsko in Belo krajino, Novo mesto (arhivski zapisi)

ZAHVALE

Projekt LIFEGENMON omogočajo: Finančni mehanizem Evropske Unije LIFE+, Ministrstvo RS za okolje in prostor, Ministrstvo RS za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Gozdarski inštitut Slovenije. Avtorji se za pomoč pri pregledovanju gradiva zahvaljujemo Meliti Hrenko in sodelavcem Zgodovinskega arhiva Ljubljana.

Odziv puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.) na sušni stres v različnih tleh submediteranskega območja

Martina LAVRIČ¹, Dominik VODNIK², Mitja FERLAN³, Klemen ELER², Jožica GRIČAR¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirasoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

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

³ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

E-naslov: martina.lavric@gozdis.si

IZVLEČEK

Puhasti hrast je v Evropi najbolj razširjen na območjih z mediteransko klimo, ki se uvrščajo med občutljivejše ekosisteme na podnebne spremembe, predvsem zaradi pričakovanega zmanjšanja padavin in povečanja števila ekstremnih vremenskih dogodkov. Zato je pomembno poznavanje dinamike rasti in prilagoditvenih mehanizmov, ki puhastemu hrastu omogočajo preživetje sušnih razmer na robnih rastiščih.

V predstavljeni študiji nas je zanimalo, kako se puhasti hrast, ki v submediteranskem delu Slovenije raste na dveh različnih talnih tipih: evtrična rjava tla na flišu (globoka, vlažna tla) in rendzina na apnencu (plitva, suha tla), odziva na sušni stres. V dveh rastnih sezonah 2015 in 2016 smo opravili meritve ksilemskega toka vode in izmenjave plinov na nivoju listov, opazovanje listne fenologije ter spremljali nastanek ksilemske in floemske branike.

Ugotovili smo, da se je puhasti hrast na plitvih in suhih tleh prilagodil s strategijo tolerance na sušo ter imel v obdobju pred nastankom poletne suše večjo učinkovitost izrabe vode in večji ksilemski tok vode v primerjavi s puhastim hrastom na globljih ter vlažnih tleh, ki nasprotno ni kazal nobenih značilnih prilagoditev. Je pa bilo obdobje nastanka ksilemske in floemske branike krajše in na obeh ploskvah enako dolgo, a je imel puhasti hrast na globljih in vlažnih tleh večji letni prirastek v obeh letih.

Predstavljen integrativni strukturno-funkcionalni pristop je pokazal, da podnebje ni edino, ki vpliva na debelinsko rast puhastega hrasta. Talni tip je tudi pomembna okoljska značilnost, ki ga je potrebno upoštevati pri preučevanju rasti in funkcionalnosti dreves v različnih okoljskih razmerah.

VIRI

Damesin C., Rambal S. 1995. Field study of leaf photosynthetic performance by a Mediterranean deciduous oak tree (*Quercus pubescens*) during a severe summer drought. *New Phytologist*, 131: 159-167

Lavrič M., Eler K., Ferlan M., Vodnik D., Gričar J. 2017. Chronological sequence of leaf phenology, xylem and phloem formation and sap flow of *Quercus pubescens* from abandoned karst grasslands. *Frontiers in Plant Science*, 8: 314

Poyatos R., Llorens P., Piñol J., Rubio C. 2008. Response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) to soil and atmospheric water deficits under Mediterranean mountain climate. *Annals of Forest Science*, 65: 306

Steppe K., Sterck F., Deslauriers A. 2015. Diel growth dynamics in tree stems: linking anatomy and ecophysiology. *Trends in Plant Science*, 20, 6: 335-343

Tognetti R., Cherubini P., Marchi S., Raschi A. 2007. Leaf traits and tree rings suggest different water-use and carbon assimilation strategies by two co-occurring *Quercus* species in a Mediterranean mixed-forest stand in Tuscany, Italy. *Tree Physiology*, 27:1741-1751

ZAHVALA

Pripravo prispevka so omogočili Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije: program mladih raziskovalcev (ML), raziskovalna programa P4-0107 in P4-0085 ter projekt J4-7203; projekt EUFORINNO (RegPot No. 315982) in štipendija Svetovnega laboratorija - projekt Svetovne federacije znanstvenikov (National Scholarship Fund of World Federation of Scientists; ML).

Povezava mikoriznih združb in fenologije navadne jelke (*Abies alba* Mill.)

Tina Unuk¹, Tijana Martinović², Domen Finžgar¹, Tine Grebenc¹, Hojka Kraigher¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Inštitut za Mikrobiologijo CAS, v.v.i. Videnska 1083, CZ-14220 Praga, Češka Republika

IZVLEČEK

V zadnjih desetletjih so ekološke raziskave pokazale ključno vlogo mikoriznih združb v gozdnih ekosistemskih in rastlinskih procesih, saj med drugim vplivajo na privzemanje hranil ter njihovo kroženje v ekosistemu ter na tvorbo organske snovi tal. Mikorizne združbe vplivajo na dinamiko rastlinskih združb neposredno in posredno, najpogosteje je njihov vpliv pozitiven. Število objavljenih študij na s tovrstnimi vprašanji je malo, zato smo si kot glavni namen dela zastavili naslednja raziskovalna vprašanja oziroma opravili: (1) analizo talnih mikoriznih združb štirih fenološko različnih skupin navadne jelke, (2) ugotavljali morebitno povezavo med analiziranimi mikoriznimi združbami in razlikami v sestavi združb z fenološkimi značilnostmi posamezne analizirane skupine.

V okviru projekta LIFEGENMON smo pridobili podrobne in večletne podatke o fenoloških značilnostih posameznih dreves navadne jelke na raziskovalni ploskvi Lehen na Pohorju. Na podlagi razlik v fenologiji posameznih dreves smo določili štiri skupine fenološko različnih skupin, za katere smo v odvzetih standardiziranih talnih vzorcih analizirali združbe mikoriznih gliv.

Ugotovili smo statistično značilno razliko v združbi mikoriznih gliv navadne jelke med fenološko zgodnjim in poznim mladjem navadne jelke. Značilne razlike smo zabeležili tudi za alfa diverzitetni indeks, ki je imel višjo pestrost operativnih taksonomskih enot (OTU-jev) pri fenološko zgodnejšem mladju. Razlika v sestavi oziroma prevladujočih OTU-jih združbe mikoriznih gliv smo zabeležili tudi med ostalimi analiziranimi skupinami, vendar so bile opažene razlike z uporabo testa PerMANOVA statistično neznačilne.

Izhajajoč iz korelacije med združbo ektomikoriznih gliv in opaženo fenologijo posameznih dreves, ki je značilna predvsem za mlada drevesa navadne jelke, sklepamo, da obstaja odvisnost med združbo ektomikoriznih gliv in fenološkimi lastnostmi predvsem pri mlaju, ne pa tudi pri odraslem drevju.

ZAHVALE

Študija je bila financirana v okviru evropskega projekta LIFEGENMON, ter podprta s strani Raziskovalnega programa P4-0107, ter projekta Mladega raziskovalca (TU), financiranih s strani ARRS.

Vključevanje ljubiteljske znanosti (citizen science) v zbiranje podatkov o invazivnih tujerodnih vrstah v gozdovih v projektu LIFE ARTEMIS

Simon ZIDAR¹, Nikica OGRIS¹, Maarten DE GROOT¹ in Lado KUTNAR²

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

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

E-naslov: simon.zidar@gozdis.si

IZVLEČEK

Invazivne tujerodne vrste (ITV) prinašajo velike spremembe v naše okolje, še posebej v naravna okolja kot je gozd. Negativno vplivajo na biodiverzitetu, na zdravje ljudi in tudi na gospodarstvo. Za uspešno upravljanje z ITV in zmanjševanje njihovih negativnih vplivov na okolje, je ključno njihovo zgodnje odkrivanje. Zmožnost zgodnjega odkrivanja novih tujerodnih vrst lahko povečamo, če poleg strokovnjakov za ITV, vključimo tudi prostovoljce v okviru ljubiteljske znanosti (t.i. citizen science).

V projektu LIFE ARTEMIS smo pripravili opozorilni in opazovalni seznam 115 tujerodnih vrst, ki predstavljajo potencialno grožnjo slovenskim gozdovom in v Sloveniji še niso prisotne ali pa so prisotne v omejenem obsegu in je njihovo nadaljnje širjenje smiselno spremljati (Kus Veenvliet s sod. 2017). Podatke o teh vrstah zbiramo v sklopu vzpostavitve okvira nacionalnega sistema zgodnjega obveščanja in hitrega odzivanja (ZOHO) za tujerodne vrste v gozdovih. Ob strokovno potrjeni verodostojnosti podatkov o novo zaznani tujerodni vrsti na novem območju nato pristojne inštitucije izvedejo postopke ustreznega odzivanja, npr. popolno odstranitev vrste (de Groot 2017).

Sistem temelji na podatkih, ki se zbirajo v informacijskem sistemu Invazivke, do katerega uporabniki dostopajo preko spletne in mobilne aplikacije (www.invazivke.si). V enem letu uporabe sistema smo v njem zbrali 6456 podatkov, od tega jih je bilo 94,3 % pravilno vrstno določenih. Večina podatkov je bila vnesena preko mobilne aplikacije (43,5 %), ki jo je s spleta preneslo 572 uporabnikov, od tega jih je podatke prispevalo 115. Preko spletne različice aplikacije Invazivke je bilo vnesenih 4,2 % podatkov. V podatkovni zbirki so združeni tudi podatki iz šestih drugih projektov in baz različnih inštitucij. Informacijski sistem omogoča javen dostop in pregled zbranih podatkov o ITV (Ogris 2017).

Sistem ZOHO je dobra osnova za spremljanje širjenja posameznih tujerodnih vrst in omogoča ustrezno ter hitro ukrepanje ob pojavu novih tujerodnih vrst v Sloveniji. Z vključevanjem različnih strokovnjakov in ljubiteljske znanosti pa bistveno povečamo nacionalno zmožnost za zgodnje odkrivanje tujerodnih vrst v gozdovih, kar je prvi in zelo pomemben korak v sistemu ZOHO.

VIRI

de Groot M. (ur.) 2017. Sistem zgodnjega obveščanja in hitrega odzivanja na invazivne tujerodne vrste v gozdu: priročnik za udeležence usposabljanj. Ljubljana. Založba Silva Slovenica. Gozdarski inštitut Slovenije.

Kus Veenvliet J, Veenvliet P, De Groot M, Kutnar L (ur.). 2017. Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih. Ljubljana. Založba Silva Slovenica. Gozdarski inštitut Slovenije.

Ogris N. (ur.). 2017. Spletni portal Invazivke. Gozdarski inštitut Slovenije. Dostopno na: <https://www.invazivke.si/stat_vnos.aspx> (16. 5. 2018)

ZAHVALA

Projekt LIFE ARTEMIS sofinancirajo Evropska komisija, Ministrstvo za okolje in prostor, Mestna občina Ljubljana in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Partnerji projekta so Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, Zavod RS za varstvo narave in Zavod Symbiosis.

Oblikovanje scenarijev prihodnje rabe tal: izkušnje in rezultati dela na pilotnem območju Slovensko primorje in Istra

Anže JAPELJ¹, Vasja LEBAN², Janez KRČ²

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

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

E-naslov: anze.japelj@gozdis.si

IZVLEČEK

Razpoložljivost in povpraševanje po ekosistemskih storitvah se neprestano spreminjajo v času in prostoru. Prihodnji razvoj obeh vidikov je mogoče napovedati z različnimi pristopi, npr. deterministično/stohastično modeliranje ali oblikovanje scenarijev. Slednji, predvsem zaradi svoje induktivne narave, omogoča analizo prihodnjega razvoja in hkrati upošteva določeno raven tveganja oz. negotovosti.

V raziskavi smo raziskovali relevantne dejavnike globalnih sprememb, ki bi lahko vplivale na porazdelitev različnih rab tal v krajini, in sicer s pomočjo kvantitativnih in kvalitativnih raziskovalnih metod. Najprej smo opredelili ključne lastnosti pilotnega območja, nato pa smo oblikovali tri 'zgodbe scenarijev': (a) brez sprememb v ukrepanju (*business-as-usual*; BAU); (b) poudarjen gospodarski razvoj (*economic development*; DEV) – kjer se uresničujejo politike, ki krepijo gospodarski razvoj in inovacije; ter (c) sonaravni razvoj (*close to nature*; BIO) – kjer se uresničujejo politike, ki poudarjajo pomen trajnostnega in okolju prijaznega razvoja. V naslednjem koraku smo organizirali delavnico, kamor smo povabili relevantne deležnike s poznavanjem lokalne razvojne problematike in nacionalnih prostorskih politik (javna gozdarska služba, občine, nevladne organizacije, raziskovalci) in z njimi prilagodili ter preverili predlagane zgodbe scenarijev. Hkrati smo opredelili dejavnike sprememb in pridobili dodatne informacije o posebnostih pilotnega območja. Na podlagi informacij z delavnice in preteklih trendov spremembe rabe tal smo izračunali prihodnje vzorce rabe tal za vse tri scenarije, ter ustvarili niz prehodnih matrik in matrik prioritet. Poleg tega smo parameterizirali tudi dejavnike sprememb rabe tal, določili omejitve in območja brez predvidenih sprememb. Določili smo tudi časovni interval scenarijev – 20 let (2015-2035). Dejavniki in omejitve so ne-diskrecijske narave (npr. bližina naselij, naklon terena, proizvodna sposobnost kmetijskih zemljišč ...) in so določeni na podlagi relativnega pomena in teoretičnih predpostavk, ki smo jih oblikovali na delavnici. Demografski in socio-ekonomski dejavniki so poleg privlačnosti krajine, prijetne klime in bližine obale ključni za širjenje pozidanih površin. Naše izkušnje kažejo, da prinaša kvalitativna raziskava v okviru delavnic izjemno priložnost kalibriranja scenarijev, kar izboljšuje njihovo konsistentnost in veljavnost. Kartografski prikazi rezultatov uresničevanja scenarijev so potencialno uporabni za nadaljnje raziskovanje razpoložljivosti in povpraševanja po ekosistemskih storitvah na krajinski ravni.

ZAHVALA

Študija je bila financirana v okviru evropskega projekta Informed (FORESTERRA in ERA-Net) in podprta s strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP).

Vpliv rabe tal na pojavljanje urbanih toplotnih otokov v Sloveniji

Anica SIMČIČ¹, Milan KOBAL²

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

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Katedra za krajinsko znanost in geoinformatiko, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

E-naslov: anica.simcic@gozdis.si

IZVLEČEK

Urbani toplotni otoki so rezultat antropogenega delovanja v mestnih območjih in predstavljajo temperaturno razliko med urbano in ruralno krajino. Nastanejo kot posledica a) zmanjševanja zelenih površin v mestih in menjave naravnih tal s trdimi in nepropustnimi tlemi, b) lastnosti gradbenih materialov, c) antropogene toplote. Urbani toplotni otoki negativno vplivajo na družbeno okolje (ogroženo zdravje prebivalstva, slabša kakovost vode, povečana poraba električne energije, višje emisije onesnažil...) (Reducing urban ..., 2014).

Kot urbane toplotne otoke smo v tej raziskavi določili tista območja, znotraj katerih je temperatura površja najtoplejše četrtine leta višja vsaj za 0,1 °C od temperature okolice, velikost območja pa je večja od 50 ha. Urbane toplotne otoke smo izločili po ideji izločanja, ki so jo v preteklosti uporabili različni raziskovalci za izločanje kraških kotanj (Doctor in Young, 2013; Obu in Podobnikar 2013; Kobal in sod., 2015), le da smo kot vhodni podatek namesto reliefa uporabili s konstanto -1 pomnoženo vrednost rastrske karte temperature. Analizirali smo urbane toplotne otoke različnih velikosti in različnih rab tal (kmetijska, pozidana, zelena in gozdna raba tal, vodna telesa). Obravnavali smo vpliv rabe tal (delež gozdov, delež pozidanih zemljišč in fragmentiranost gozdnih površin) na intenziteto urbanih toplotnih otokov na dveh ravneh. Vpliv rabe tal na intenziteto urbanega toplotnega otoka smo obravnavali za celotno območje Slovenije ter tista območja sosednjih držav, od koder urbani toplotni otoki segajo na njeno območje. V prostorski analizi pojavljanja urbanih toplotnih otokov smo uporabili podatke o povprečni temperaturi najtoplejše četrtine leta, ki izhaja iz satelitskih posnetkov MODIS ter evropske podatke o rabi tal CORINE LAND COVER (CLC). Ugotovili smo, da ima delež gozdov znotraj urbanega toplotnega otoka 1. reda šibek vpliv na intenziteto urbanih toplotnih otokov, vpliv deleža gozdov na intenziteto urbanega toplotnega otoka 2. reda pa je večji ($r^2 = 0,38$; $p < 0,001$). Intenziteta urbanih toplotnih otokov 1. in 2. reda statistično značilno narašča z deležem pozidanih površin ($r^2 = 0,35$; $p < 0,001$). Intenziteta urbanih toplotnih otokov se z večanjem gostote gozdnega roba in večanjem fragmentiranosti gozdnih površin znotraj območja urbanega toplotnega otoka niža.

VIRI

- Doctor D. H., Young J. A. 2013. An evaluation of automated GIS tools for delineating karst sinkholes and closed depressions from 1-meter lidar-derived digital elevation data. V: 13th sinkhole conference, NCKRI symposium 2, Carlsbad, New Mexico, 6-10 May 2013. Land L., Doctor D., H., Stephenson B. (eds.). Carlsbad, National Cave and Karst Research Institute: 449-458. Kobal M., Bertonec I., Pirotti F., Dakskobler I., Kutnar L. 2015. Using lidar data to analyse sinkhole characteristics relevant for understory vegetation under forest cover-case study of a high karst area in the dinaric mountains. PLoS One 10(3):e0122070
- Obu J., Podobnikar T. 2013. Algoritem za prepoznavanje kraških kotanj na podlagi digitalnega modela reliefa. Geodetski vestnik, 57, 2: 260-270.
- Reducing urban heat islands: compendium of strategies. Urban heat island basics. 2014. Protection Partnership Division in the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs: 22. str. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basicscmpendium.pdf> (10. 6. 2017)

Izolacija celuloznih nanofibril iz različnih vrst ligno-celulozne biomase

Primož OVEN, Ida POLJANŠEK, Viljem VEK, Vid Oblak, Jani BERTONCELJ, Vladimira PETROVIČ ŠENK, Urša OSOLNIK, Jaka LEVANIČ

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

IZVLEČEK

Intenziven razvoj in trajnostna naravnost gospodarstva narekujeta boljše izrabo obnovljivih virov, kamor se uvrščajo tudi različne vrste ligno-celulozne biomase. Ligno-celulozno biomaso sestavljajo celuloza, hemiceluloze in lignin, v manjši meri pa tudi nizko-molekularni ekstraktivi in anorganske spojine. Celuloza je najbolj razširjena snov v naravi. Je najpomembnejša strukturna komponenta rastlinske celične stene, kjer vrši izključno mehansko funkcijo. Celulozna makromolekula je sestavljena iz velikega števila β -D-glukopiranozilnih ostankov, ki se povezujejo v ravne verige, te pa v večje strukturne enote, imenovane mikrofibrile. Celulozne mikrofibrile sestojijo iz območij, kjer so celulozne verige urejene v kristalinično strukturo in območij z neurejeno oz. amorfnno strukturo. Nanoceluloza je izraz, ki se uporablja za opis dveh različnih tehničnih tipov nanoceluloznih delcev, ki imata vsaj eno dimenzijo manjšo od 100 nm; to so celulozne nanofibrile (CNF) ter celulozni nanokristali (CNC). Glavni cilji raziskave je bil ovrednotiti primernost različnih tipov biomase za izolacijo CNF. Sekundarni cilji pa so bili: optimizacija razklopa biomase na različne komponente, določitev vsebnosti teh komponent in primernost ter vpliv različnih komponent na izolacijo CNF.

Del vzorcev biomase smo pridobili sami, nekateri pa so bili priskrbljeni s strani projektnih partnerjev. V prvi fazi smo vzorce pomleli na željeno velikost delcev s pomočjo laboratorijskih mlinov in posušili na zračno suhost. Lignin smo odstranjevali po dveh različnih laboratorijskih postopkih in sicer s standardiziranim kloritnim postopkom in s peroksi-ocetno kislino. Netopni ostanek smo nato namakali v raztopinah NaOH in s tem odstranjevali polioze in tako pridobili α -celulozo. Vse vmesne in končne produkte smo okarakterizirali morfološko z optičnim in SEM mikroskopom, kemijsko pa s FT-IR spektrofotometrom. Pridobljeno celulozo smo nato uporabili za pridelavo CNF. S kemijsko modifikacijo celuloznih vlaken smo želeli zmanjšati porabo energije za izolacijo CNF. Celulozo smo modificirali po dveh postopkih in sicer z oksidacijo z reagentom TEMPO in estrenjem z anhidridom maleinske kisline. Defibrilacija se je vršila na ultraturraksu in homogenizatorju.

Les se od drugih rastlinskih surovinskih virov razlikuje tako anatomsko kot tudi kemijsko, zato je bilo potrebno vse postopke, tako mehanske kot tudi kemijske, prilagoditi tipu vhodne surovine. Za les na primer, je bilo potrebno uporabiti delce v velikosti največ 0,5 mm, pri enoletnih vrstah pa so bili lahko veliki tudi do 2 mm. Izolacija celuloznih nanofibril je bila enostavnejša pri enoletnicah. Izolacija celuloznih nanofibril iz lesa je bila zahtevnejša, saj je bilo potrebno surovino intenzivneje obdelati, uporabiti več vrst mehanske obdelave, povečati število ciklov in podaljšati čas obdelave. Za pridobivanje celuloznih in nanoceluloznih produktov je les najpomembnejši vir vhodne surovine saj omogoča trajno in varno surovinsko oskrbo proizvodnje, kar ne moremo trditi za enoletne rastline.

VIRI

Žepič, V., Švara Fabjan, E., Kasunič, M., Cerc Korošec, R., Hančič, A., Oven, P., Slemenik Perše, L., Poljanšek, I. 2014. Morphological, thermal, and structural aspects of dried and redispersed nanofibrillated cellulose (NFC). *Holzforchung*, vol. 68, no. 6, str. 657-667.

Saito, t., Kimura, S., Nishiyama, Y., Isogai, A., 2007. Cellulose Nanofibers Prepared by TEMPO-Mediated Oxidation of Native Cellulose. *Biomacromolecules*, vol. 8, str. 2485-2491

Dufresne, A., 2012. Nanocellulose: From nature to high performance tailored materials. *Str.* 23 - 57

ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo programske skupine P4-0015. Del raziskav se je odvijal v okviru projekta Cel.Krog - Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov, ki se odvija v okviru Strategije pametne specializacije S4 (Mreže za prehod v krožno gospodarstvo) Operativnega programa za izvajanje Evropske kohezijske politike v obdobju 2014 -2020.

Zasnova naprave za obdelavo površin lesa z DBD plazmo s plavajočo elektrodo

Jure ŽIGON¹, Sebastian DAHLE²

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

² Institute of Energy Research and Physical Technologies, Clausthal University of Technology, Leibnizstraße 4, D-38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany

E-naslov: jure.zigon@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Spremembe fizikalnih, kemijskih in morfoloških lastnosti površin ligno-celuloznih materialov lahko dosežemo na različne načine, med katere spada tudi modifikacija površin s tretiranjem z razelektrenim plinom (Altgen in sod., 2016). Stanje razelektrenega plina predstavlja plazma, ki nastane z aplikacijo električnega polja v delovnem plinu (npr. zrak). Plin pri tem ionizira, posamezni elektroni se ločijo od atomov in molekul. Ob izpostavitvi lesa plazmi, zaradi bombardiranja z reaktivnimi delci na njegovi površini pride do sprememb v kemijski sestavi. Tvorijo se ioni, prosti radikali in ostali aktivni delci, ki med drugim pripomorejo h kakovostnejši površinski obdelavi in lepljenju (Avramidis in sod., 2009; Wolkenhauer in sod., 2007). Poznane so različne vrste plazemskih reaktorjev, med katere spada tudi t.i. dielektrična barierna razelektritvena (DBD) plazma (Rehn in sod., 2003).

Na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete smo v sodelovanju s Tehniško Univerzo v Clausthalu (Nemčija) zasnovali napravo za obdelavo površin lesa in ostalih ligno-celuloznih materialov, v zraku, pri atmosferskem tlaku, z DBD plazmo s t.i. plavajočo elektrodo.

V napravi se plazma ustvari med substratom in dvema medeninastima elektrodama, ki se nahajata v keramičnih ceveh okroglega preseka. Les, ki je zaradi vsebnosti vlage delno prevoden in ima negativen naboj, potuje pod elektrodama. Ob dovajanju pulzirajoče električne napetosti v elektrodi, med elektrodama in lesom pride do razelektritve zraka, ki se nahaja med njimi in ustvari se plazma. Elektroni iz plazme povzročajo disociacijo molekul na njegovi površini, ker pa so gibljivejši od ionov, jih na površino prispe več kot ionov, zato se plazma naelektri pozitivno. Negativni naboj na površini povzroči nastanek potencialne razlike med predmetom in plazmo – t.i. plavajoči potencial (Panjan in sod., 1998). Keramični cevi predstavljata dielektrično bariero, ki preprečuje poškodbe površine zaradi toplote in formacijo obločne razelektritve, kar doprinese k večji stabilnosti in homogenosti razelektritve. Za razliko od običajne DBD plazme, v primeru DBD plazme s plavajočo elektrodo debelina obdelovanca med tretiranjem njegove površine ni tako omejujoča, zato lahko tretiramo površine debelejših obdelovancev.

Z uporabo tovrstne naprave, ki predstavlja nov način modifikacije površin lesa, želimo izboljšati dovednost obravnavanih lesnih vrst s premazi za površinsko zaščito lesa na vodni osnovi. Z opravljenimi preskusi in meritvami jo želimo v prihodnje čim boljše okarakterizirati in ugotoviti, kakšne spremembe povzroči tretiranje s tovrstno plazmo na površinah obdelanih substratov, v primerjavi z obstoječimi pristopi. Ugotoviti želimo vpliv številnih obravnavanih parametrov na končne lastnosti tretiranih površin.

Rezultati raziskave in implementacija te tehnologije predhodne obdelave površin materialov bi v prihodnosti lahko imela tudi velik potencial za uporabo v lesni industriji, z namenom doseganja kakovostnejše površinske obdelave.

VIRI

Altgen D, Avramidis G, Viöl W, Mai C. 2016. The effect of air plasma treatment at atmospheric pressure on thermally modified wood surfaces. *Wood Sci. Technol.* 50: 1227–1241.

Avramidis, G., Evelyn Hauswald, E., Lyapin, A., Militz, H., Viöl, W., Wolkenhauer, A. (2009) Plasma treatment of wood and wood-based materials to generate hydrophilic or hydrophobic surface characteristics. *Wood Mat. Sci. Engin.* 4, 1-2:52–60.

Panjan P, Kralj T., Mozetič M, Maček M. 1998. Industrijska uporaba plazemskih površinskih tehnologij. *Vakuumist* 18, 3: 5–12.

Rehn P in Viöl W. 2003. Dielectric barrier discharge treatments at atmospheric pressure for wood surface modification. *Holz Roh. Werkst.* 61: 145–150.

Wolkenhauer A, Avramidis G, Cai Y, Militz H, Viöl W. 2007. Investigation of wood and timber surface modification by dielectric barrier discharge at atmospheric pressure. *Plasma Process. Polym.* 4: 470–474.

Kakovost lepilnega spoja med lesom in jeklom

Jaša SARAŽIN¹, Milan ŠERNEK¹

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

E-naslov: jasa.sarazin@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Cilj raziskave, ki poteka v sklopu projekta TIGR4Smart, je bil doseči tog lepilni spoj med lesom in jeklom, ki bi bil primeren za konstrukcijske namene. Končni lepilni spoj naj bi bil odporen na različne vlažnostne in temperaturne klimatske pogoje ter naj bi nadomestil klasičen vijadni spoj, ki ne dosega zadostne togosti.

S preizkušanjem preklpov, zlepljenih iz jeklene in lesene lamele, je bila proučevana primernost izbranih poliuretanskih in epoksidnih lepil za lepljenje lesa in jekla (Mravljak, 2014; Saražin in Šernek, 2017). Preizkušena so bila 4 poliuretanska lepila COSMO ter 3 epoksidna lepila KemisPOX, ERGO in XEPOX. Kakovost lepilnega spoja je bila ovrednotena s testom strižne trdnosti preklpov (SIST EN 205, 2016), ki je sledil različnim klimatskim izpostavitvam preizkušancev (SIST EN 204, 2016 in SIST EN 12765, 2016). Izbrani postopki izpostavitve so bili: izpostavitev standardni klimi (relativna zračna vlaga 65 % in temperatura 20 °C); izpostavitev vlažni klimi (relativna zračna vlaga 87 % in temperatura 20 °C), 24-urno namakanje v vodi in 4-dnevno namakanje v vodi.

Rezultati testiranja več kot 600 preizkušancev so pokazali, da je večina proučevanih lepil pogojno primerna le za lepljenje lesa in jekla za uporabo v suhih pogojih. Edini lepili, ki sta dosegli zastavljene karakteristike v suhih pogojih ter se izkazali kot tudi pogojno primerni za zahtevnejše pogoje uporabe, sta bili epoksidni lepili ERGO in XEPOX. Izbrani lepili sta v suhih pogojih dosegli tudi visoki karakteristični vrednosti (vrednost od katere ima 95% meritev višjo vrednost), kar nakazuje na visoko zanesljivost lepilnega spoja. Ta pa je bistvena lastnost pri projektiranju konstrukcij. Pri namakanjih v vodi je bil raztros vrednosti bistveno večji. Povprečne vrednosti so bile zmerno zadovoljive, medtem ko so karakteristične vrednosti zelo nizke.

Na podlagi rezultatov dosedanjih raziskav je bilo zaključeno, da sta lepili ERGO in XEPOX primerni za nekonstrukcijsko lepljenje lesa in jekla, medtem ko je pri konstrukcijskih lepljenjih potrebno lepilni spoj dodatno ojačati z vijaki, ki bi, v primeru nastopa izrednih klimatskih razmer, prevzeli obremenitev. Tako bi lepilo zagotovilo želeno togost spoja v normalnih razmerah, vijaki pa njegovo zanesljivost.

VIRI

Mravljak M. Vpliv vlažnosti lesa in debeline lepilnega spoja na adhezijo med lesom in jeklom. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 140 str., 2014

SARAŽIN J. in ŠERNEK M. Strižna trdnost lepilnega spoja med lesom in jeklom. Zbornik. Ljubljana: Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev. 2017, str. 219-225

SIST EN 204. Razvrstitev plastomernih lepil za les za nekonstrukcijsko uporabo. 2016

SIST EN 205. Lepila – Lepila za les za nekonstrukcijsko uporabo – Ugotavljanje natezno-strižne trdnosti spojev s preklpom. 2016

SIST EN 12765. Razvrstitev duromernih lepil za les za nekonstrukcijsko uporabo. 2016

ZAHVALA

Izvedbo raziskave je omogočil projekt: **TIGR4smart – Trajnostno in inovativno gradbeništvo za pametne stavbe**. Zahvala gre tudi študentoma Marku Škamlecu in Juretu Lobniku, ki sta v okviru svojih diplomskih nalog opravila del predstavljenih raziskav.

Gradnja z balami slame - primer iz prakse »hiša v Radomljah« in dolgoročno merjenje toplotnega toka

Larisa BROJAN¹

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

E-naslov: larisa.brojan@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Z dvigom okoljske zavesti na politični in družbeni ravni so bile izoblikovane številne smernice in direktive, ki narekujejo racionalnejšo rabo naravnih virov hkrati pa spodbujajo rabo obnovljivih virov. Spremembe so opazne tudi na področju graditve in sicer se v fazi gradnje to odraža z izbiro osnovnega gradbenega materiala. Očitna je predvsem porast gradnje z lesom, nemalo pa je tudi stavb pri gradnji katerih so uporabljeni drugi naravni, alternativni gradbeni materiali npr. slama. Uporaba slame pri gradnji ima večtisočletno tradicijo. Slama, stranski produkt pri pridelovanju žit, ki so osnovna surovina prehranske industrije, se je do nedavnega spadala med arhaična gradiva. Najpogostejša oblika uporabe slame pri gradnji v njeni elementarni obliki so snopi za prekrivanje streh, kot armatura pri ometih oz. zidnih oblogah ter gradnja z balami slame. Zanimanje za slednje je v zadnjih desetih letih precej naraslo, kar potrjuje število dokončanih stavb. Po ocenah je v Evropi na leto zgrajenih okoli tisoč stavb iz bal slame (ESBA). Pionirji na obravnavanem področju so Američani, visok porast zanimanja za takšno gradnjo pa je opazen tudi v Evropi, predvsem Veliki Britaniji, Nemčiji in Franciji. V Sloveniji je bila prva stavba iz bal slame zgrajena leta 2007, danes pa jih lahko na območju Sloveniji naštejemo že preko 60. Objekti iz bal slame so pretežno zgrajene v osi od severovzhodnega dela Slovenije (Prekmurje) do osrednjega dela (okolica Ljubljane).

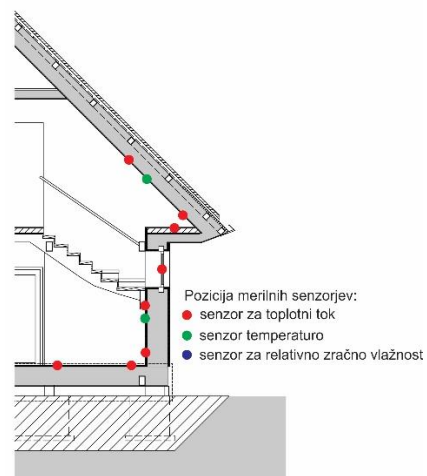
Če je bila gradnja z balami slame sprva domena zagovornikov okolju prijazne gradnje, je danes to področje prešlo na višjo raven. V Združenih državah je od leta 2015 pravnomočno veljaven nacionalni gradbeni pravilnik za gradnjo z balami slame. Področje gradnje z balami slame je zanimivo tudi v znanstveno raziskovalnih krogih, kjer so s številnimi izvedenimi raziskavami potrjene predpostavke o ustrezni izolativnosti (toplotne in zvočne) slame, nizkih vplivih na okolje (okoljski odtis, vgrajena energija, emisije itn.) (Milutiene et al. 2012) in na drugi strani ovrženi pomisleki glede požarne varnosti, konstrukcijske stabilnosti, obstojnosti itn. (Lecompte and Le Duigou 2017). Pri tem je potrebno dodati, da je pri graditvi z balami slame potrebno dosledno upoštevanje danih omejitev in smernic tako pri načrtovanju kot pri izvedbi. V letu 2014 izvedeni anketi (Brojan 2014) med lastniki stavb bal slame (prevladovali so lastniki iz Amerike in Evrope), so bili pridobljeni podatki o stavbah, pri čemer je bilo ugotovljeno, da je povprečna površina stavbe 151 m², ima stavba dve etaži, je namenjena prebivanju ene družine, bale slame so uporabljene kot polnilo, konstrukcija je lesen skelet postavljen na AB temelje itn. Obstoječa praksa gradnje z balami slame predstavlja potrebo po optimizaciji predvsem na področju gradbenih detajlov, s katerimi se bo izboljšalo delovanje stavbe kot tudi bivalne pogoje v objektu. Raziskovalna priložnost na področju vključevanja slame v gradnji se odpira tudi v razvoju kompozitnih gradiv in elementov s katerimi bi se obstoječa praksa poenostavila obenem pa dvignila na višjo raven delovanja.

Hiša iz slame v Radomljah

V naši raziskavi obravnavamo klasičen primer hiše iz bal slame v Radomljah. Hiša, v kateri prebiva štiričlanska družina, ima površino 121 m², ima dve etaži, lesena skeletna konstrukcija stoji na točkovnih AB temeljih, bale slame pa so vgrajene v konstrukcijski skelet po celotnem obodu objekta. Fasadni ovoj zrcali notranjo ureditev, velikost odprtih pa opredeljuje namembnost posameznega prostora, ki se nahaja za fasadno steno. Severna stran je namenjena vstopu v hišo, z nizom servisnih

prostorov, južna stran pa meji na dnevno bivalne prostore, v katerih se uporabniki zadržujejo največ časa. Posebnost hiše je vgradnja bal slame ne le v stene, temveč je uporabljena tudi pri izolaciji tal proti terenu in strehe.

V mesecu aprilu smo v objekt namestili merilne senzorce za merjenje toplotnega toka, temperature in relativne zračne vlažnosti. Meritve bomo kontinuirano izvajali v obdobju 14 mesecev. Na osmih mestih so nameščeni merilni senzorcji toplotnega toka, na dveh mestih je senzor za merjenje temperature ter en senzor za merjenje relativne vlažnosti. Vsi senzorcji so nameščeni po vertikali na notranji strani severne stene ter severnem delu strehe. Namen daljšega spremljanja vrednosti toplotnega toka, temperature in relativne vlažnosti v prostoru je predvsem za ugotavljanje bivalnih pogojev v objektu pri različnih zunanjih pogojih (različni letni časi).



Slika 1: Lesen skeletni okvir zapolnjen z balami slame (levo) in pozicija nameščenih merilnih senzorjev (desno).

VIRI

Brojan L. 2014. Potencial uporabe slame pri gradnji v Sloveniji.

ESBA, <http://www.strawbuilding.eu/up-straw-interreg-project/>, dosegljivo: 10. Maj 2018.

Lecompte T., A.Le Duigou A. (2017): Mechanics of straw bales for building applications. Journal of Building Engineering, Volume 9, January 2017, Pages 84-90

Milutiene M, Staniskis JK, Krucius A, Auguliene V and Ardickas D. 2012. Increase in buildings sustainability by using renewable materials and energy. Clean Techn Environ Policy. 14: 1075-1084.

ZAHVALA

Delo je bilo opravljeno v sklopu projekta Raziskovalci na začetku kariere 2.0, ki je sofinanciran s strani Republike Slovenije in Evropske unije iz Evropskega sklada za regionalni razvoj.