



E-NOVICE CRP Gozdno-lesna veriga

ŠTEVILKA 1

November 2021

Uredništvo:

Jožica Gričar, odgovorna urednica

✉ jozica.gricar@gozdis.si

Miha Humar, urednik

✉ miha.humar@bf.uni-lj.si

Kontakt:

Prof. dr. Miha Humar

Univerza v Ljubljani, Biotehniška

fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

☎ +386 1 3203 010

✉ miha.humar@bf.uni-lj.si

E-novičnik izhaja v elektronski obliki.

Objava na spletni strani:

<https://www.bf.uni-lj.si/sl/raziskave/raziskovalni-projekti/2021030217294785/improving-the-competitiveness-of-the-slo-venian-forestwood-chain-in-the-context-of-climate-change-and-the-transition-to-a-lowcarbon-society>

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Jamnikarjeva 101, Ljubljana;
Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica,
Večna pot 2, 1000 Ljubljana

ISSN

Publikacija je nastala v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V4-2017 „Izboljšanje konkurenčnosti slovenske gozdno-lesne verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda v nizko-ogljeno družbo“. Za vsebino tega e-novičnika, ki ni nujno, da izraža mnenje financirjev, v celoti odgovarjajo avtorji.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Uvodnik

CRP projekt 'Izboljšanje konkurenčnosti slovenske gozdno-lesne verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda v nizko-ogljeno družbo' ali krajše CRP Gozdno-lesna veriga naslavlja aktualna vprašanje glede stanja gozdno-lesne verige ter možnosti za izboljšanje delovanja s poudarkom na boljši povezanosti akterjev, na lokalnih razvojnih možnostih in razvoju novih verigah vrednosti. Triletni projekt se je začel z novembrom 2020 in je financiran s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (MKGP). Poleg sodelavcev z Oddelka za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, kot prijaviteljev projekta, so vanj vključeni še Gozdarski inštitut Slovenije ter Lesarski grozd.

V prvi številki e-novičnika so predstavljene aktivnosti, ki so se v prvem letu projekta izvedle v posameznih delovnih sklopih. Veliko časa je bilo namenjenega terenskemu delu, zbiranju ter pripravi kolotov, ki so podlaga za nadaljnje analize lastnosti lesa, ki potekajo v okviru CRP Gozdno-lesna veriga, zato smo to nalogo posebej predstavili.

Jožica Gričar, Miha Humar





V tej številki

Terensko delo, zbiranje ter obdelava kolotov

3

Luka Krajnc, Domen Arnič, Peter Prislan

Presoja uporabnosti in natančnosti optičnega merjenja premerov nad prsno višino

4

Luka Krajnc, Polona Hafner, Gal Kušar, Mitja Skudnik

Vpliv socialnega položaja na debelino lubja in vlažnost beljave pri navadni smreki

5

Luka Krajnc, Jožica Gričar

Kakšna je odpornost lesa lubadark?

6

Miha Humar, Boštjan Lesar, Davor Kržišnik

Odpornost mokrega srca bele jelke na glive razkorjevalke in navlaževanje

7

Boštjan Lesar, Miha Humar, Blaž Jemec

Ekstrakcija polifenolov iz lesa bele jelke (*Abies alba* Mill.)

8

Primož Oven, Ida Poljanšek, Viljem Vek

Raba skorje

9

Sergej Medved

Krožna ekonomija, kako se jo lotiti?

10

Bernard Likar

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta



Izboljšanje konkurenčnosti slovenske gozdno-lesne
verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda
v nizko-ogljeno družbo

Terensko delo, zbiranje ter obdelava kolotov

Luka Krajnc, Domen Arnič, Peter Prislan

Gozdarski inštitut Slovenije

Za nadaljnje analize lastnosti lesa, ki potekajo v okviru CRP Gozdno-lesna veriga, smo na različnih rastiščih po Sloveniji v dogovoru z lastniki gozdov popisali lastnosti izbranih stoječih odkazanih dreves. V kolikor je bilo možno, smo na istem rastišču izbrali več različnih drevesnih vrst, kar bo služilo za vrstno primerjavo izbranih lastnosti lesa pri enakih rastiščnih razmerah. Izbrana drevesa smo podrli in pri vseh na enaki višini odvzeli kolote dolžine 40 cm. Vsi koloti so bili razžagani na deske debeline 25 mm, ki se zračno sušijo na Oddelku za lesarstvo, BF.

Do oktobra 2021 smo tako izmerili in pripravili kolote 25 dreves jelke, 10 gorskega javorja in po 5 dreves rdečega in zelenega bora. Do konca terenskega dela bomo pridobili še vzorce črnega bora. Skupno imamo za nadaljnjo obdelavo in analize zaenkrat pripravljenih preko 500 desk. V nadaljevanju bomo iz vsakega koluta izbrali nekaj desk, na katerih bomo opravili prve analize lastnosti lesa. Tako bo del iste deske uporabljen za analizo mehanskih lastnosti ter za analizo trajnosti in odpornosti. ■



Označeni koloti na terenu (Foto: L. Krajnc).



Deske v procesu sušenja na prostem (Foto: L. Krajnc).

Presoja uporabnosti in natančnosti optičnega merjenja premerov nad prsno višino

Luka Krajnc, Polona Hafner, Gal Kušar, Mitja Skudnik

Gozdarski inštitut Slovenije



Meritve na terenu (Foto: L. Krajnc).



Inštrument za optično merjenje premerov debel nad prsno višino (Foto: L. Krajnc).

V okviru prvega delovnega sklopa CRP Gozdno-lesna veriga smo zasnovali in izvedli primerjavo dveh različnih inštrumentov za optično merjenje premerov debel nad prsno višino. Uporabili smo inštrumenta Criterion RD1000 proizvajalca Laser Technology in Spiegel Relaskop. Na vzorcu 50 bukev in 40 smrek smo s pomočjo lestve na višini 4 m označili in izmerili natančen premer s premerko. Nato so štirje posamezniki neodvisno uporabili oba inštrumenta in ocenili premer debel na višini 4 m. Rezultate optičnega merjenja smo nato primerjali z dejansko izmerjenim premerom in prišli do v nadaljevanju predstavljenih zaključkov. Oba inštrumenta sta uporabna za meritve premera višje na deblu. Napaka pri optičnem merjenju premera pri obeh inštrumentih v povprečju ne presega 1 cm, v večini primerov znaša okrog 0,5 cm. Velikost napake glede na hitrost in priročnost meritve ocenjujemo kot zadovoljivo in primerno za nadaljnje delo. Med merilci sicer prihaja do manjših razlik v meritvah pri posameznih drevesih, v povprečju pa so napake različnih merilcev med seboj primerljive. Verjetno bi se usklajenost ocen in raztros podatkov lahko z dodatnim usposabljanjem merilcev še dodatno zmanjšalo. Med preizkušenima inštrumentoma ne prihaja do večjih razhajanj pri izmerjenih premerih, zato smo zaključili, da sta oba enako uporabna za optično merjenje premerov višje na deblu. ■

Vpliv socialnega položaja na debelino lubja in vlažnost beljave pri navadni smreki

Luka Krajnc, Jožica Gričar

Gozdarski inštitut Slovenije

Opravili smo preliminarne analize meritev debeline skorje na smreki (*Picea abies*), pri kateri zaradi velike zastopanosti v slovenskih gozdovih obstaja velik interes za razvoj učinkovitejše uporabe velikih razpoložljivih količin lubja. Raziskali smo vpliv izbranih drevesnih karakteristik (socialni položaj, premer drevesa v prsni višini in višina drevesa) na debelino skorje in vlažnost beljave. Ugotovili smo, da premer in višina drevesa pozitivno vplivata na oba merjena parametera, medtem ko je socialni položaj drevesa vplival le na vlažnost beljave, na

debelino skorje pa ni imel vpliva. Meritve na terenu so bile hitre, enostavne in, zaradi nizke cene naprave, cenovno distopne za široko uporabo. Potrdili smo, da je uporabljena metodologija primerna ta oceno razpoložljivosti biomase skorje na ravni Slovenije, kar je prvi pogoj za smotrno nadaljnjo predelavo skorje. Metoda je primerna tudi za modele napovedovanja napada podlubnikov, saj smo v študiji ugotovili, da so struktura in debelina skorje ter vlažnost lesa povezani s fiziološkim stanjem posameznega drevesa. ■



Naprava za merjenje debeline skorje (Foto: L. Krajnc).



Skorjina tkiva pri smreki (Foto: A. Vedenik).

Kakšna je odpornost lesa lubadark?

Miha Humar, Boštjan Lesar, Davor Kržišnik

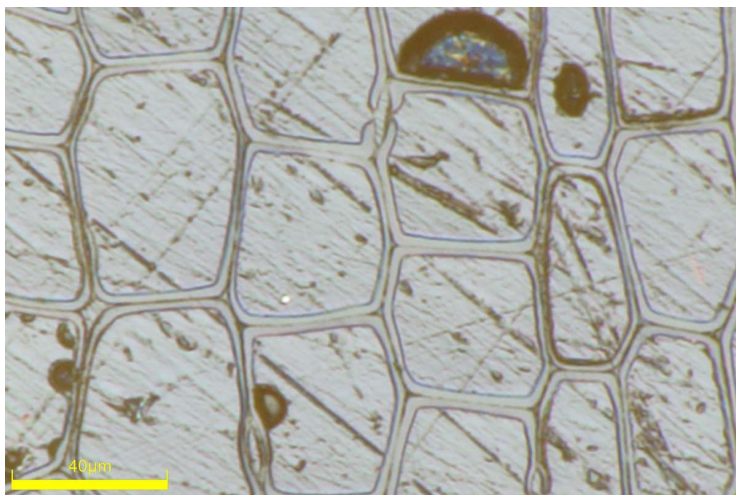
Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Smreka (*Picea abies*) sodi med najpomembnejše drevesne vrste v Evropi, kot tudi v Sloveniji. Zaradi široke uporabnosti so jo v preteklosti sadili tudi na rastiščih, kjer ni naravno prisotna. Smrekova drevesa so na teh lokacijah še posebej izpostavljena podlubnikom in vremenskim vplivom. Najpogostejši vzrok za sanitarno sečnjo smrekovih dreves v osrednji Evropi so podlubniki, patogene glive in vetrolom. Na smrekovih drevesih najpogosteje poročajo o pojavu naslednjih podlubnikov: *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Ips amitinus* in *Polygraphus poligraphus*. Podlubniki so tudi vektorji ophiostomatoidnih gliv, gliv ki obarvajo les. To obarvanje je ena od značilnosti, po katerih spoznamo les. Zanimalo nas je, kako se pomodrel les obnaša na prostem, tj. ali do razkroja pride

prej ali kasneje. V ta namen smo pomodrel in ne-pomodrel les izpostavili na terenskem polju Oddelka za lesarstvo. Del lubadark smo impregnirali z biocidnim proizvodom na bakrovi osnovi, del pa termično modificirali v skladu s komercialnim postopkom Silvapro pri temperaturah 220 in 230 °C. Za primerjavo smo izpostavili tudi neimpregnirano, impregnirano in modificirano referenčno smrekovino. Rezultati kažejo, da je les lubadark, predvsem zaradi povečane permeabilnosti, bolj dovzeten do glivnega razkroja. Razkroj na lubadarkah se pojavi približno leto prej, kot na neimpregnirani referenčni smrekovini. S postopki impregnacije in modifikacije pa lahko razkroj močno upočasnimo. Ti postopki so primerljivo učinkoviti tako pri referenčni smrekovini, kot tudi pri lubadarkah. ■



Značilna glivna obarvanja na lubadarkah (Foto: M. Humar).



Les je lep, poskrbimo da tak tudi ostane (Foto: M. Humar).

Odpornost mokrega srca bele jelke na glive razkorjevalke in navlaževanje

Boštjan Lesar, Miha Humar, Blaž Jemec

Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Bela jelka je avtohtona drevesna vrsta, ki raste v slovenskih gozdovih. Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2019 njen delež v lesni zalogi znaša 7,5 %. Mokra srce skupaj z močno nagnjenostjo k pokanju lesa in kolesivostjo predstavljajo najhujše specifične napake jelovine, ki kritično zmanjšujejo vrednost lesa in donosnost jelovih gozdov. Pojav mokrega srca je močno povezan s starostjo jelovih dreves. Glede na visok delež jelk v naših gozdovih z visoko starostjo pomeni, da je na trgu relativno veliko jelovine z mokrim srcem. V naši raziskavi nas je zanimalo, kako mokro srce vpliva na odpornost proti glivam ter odpornost proti navlaževanju.

Pripravili smo vzorce beljave, mokrega srca pri koreničniku, mokrega srca na prsni višini, in jedrovino brez mokrega srca ter za kontrolo les smrekovine. Rezultati kažejo, da je les jelke podobno odporen kot smrekovina, kar je v skladu s standardom EN 350, 2017. V raziskavi se je izkazalo, da ima mokro srce jelke nekoliko višjo odpornost na lesne glive kot ostali les odvzet na drugih delih drevesa. Vzrok za večjo odpornost bomo poizkusili raziskati v nadaljevanju projekta. Pri testih odpornosti na vodo so se pokazale velike razlike med vzorci jelke odvzetih na različnih mestih debla. Predvidevamo, da je glavni vzrok za takšne razlike v gostoti materiala in širini branik. ■



Mokro srce na hlodu jelke (Foto: B. Lesar).



Vzorci jelke izpostavljeni glivam razkorjevalkam (Foto: B. Lesar).

Ekstrakcija polifenolov iz lesa bele jelke (*Abies alba* Mill.)

Primož Oven, Ida Poljanšek, Viljem Vek

Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Raziskovalne aktivnosti na projektu CRP gozdno-lesna veriga smo v preteklem projektnem obdobju izvajali na lesu bele jelke (*Abies alba* Mill.). Drevesa, ki so vključena v preiskavo, so bila posekana v kočevskih gozdovih, v okolici Kočevske Reke. Za posek dreves in prevoz materiala na Oddelek za lesarstvo Biotehniške fakultete (BF-OL) so poskrbeli v podjetju Kočevski les d.o.o. V preiskavo smo vključili več dreves, iz vsakega debla smo na različnih višinah vzorčili več debelnih kolotov. Kolute smo natančno pregledali, zabeležili biometrične podatke in ocenili starost kolotov.

Sledila je izolacija lesnih tkiv oziroma baz vej iz debelnih diskov. To smo storili v mizarški delavnici BF-OL na tračnem žagalnem stroju. Izolirane kose lesa smo pripravili za ekstrakcijo tako, da smo les najprej razrezali na manjše kose in jih nato zmleli na rezalnem mlinu Retsch SM 2000. Velikost delcev lesa za ekstrakcijo je bila < 1 mm. Vzorce smo nato 24 ur sušili pri -85°C in 0,045 mbar v liofilizatorju Telstar LyoQuest CC1930. Ekstrakcija smo izvedli s sistemom za pospešeno ekstrakcijo ASE 350 proizvajalca Thermo Scientific Dionex. Vzorce lesa smo ekstrahirali zaporedno s cikloheksanom ter mešanico acetona in vode. Ekstrakcija je potekala v subkritičnih pogojih v inertni atmosferi pri povišani temperaturi in nadtlaku. Sistem po končani ekstrakciji vzorce tudi filtrira skozi železno frito in celulozni filter papir, s čemer pridobimo ekstrakt, ki je že pripravljen za kemijske analize. Vse ekstrakte bomo do pričetka kemijskih analiz hranili v temnem in hladnem prostoru ($T = -25^{\circ}\text{C}$). V naslednjem projektnem obdobju sledijo analize ekstraktov. ■

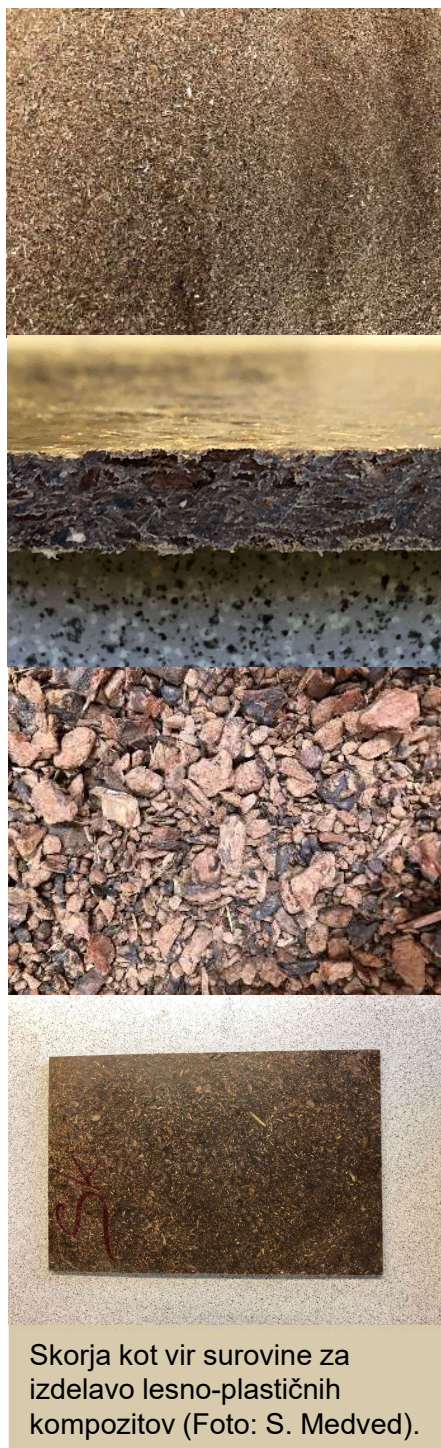


Ekstrakcija lesa bele jelke je potekala pri temperaturi nad vreliščem topila in nadtlaku v sistemu za pospešeno ekstrakcijo Thermo Scientific Dionex ASE 350. Vzorci lesa se nahajajo v ekstrakcijskih celicah v pladnju avtomatskega vzorčevalnika (zgornji del sistema). Po ekstrakciji se ekstrakt filtrira v zbiralne steklenice (spodnji del sistema) (Foto: V. Vek).

Raba skorje

Sergej Medved

Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani



Skorja kot vir surovine za izdelavo lesno-plastičnih kompozitov (Foto: S. Medved).

Skorja predstavlja 10 % do 20 % mase drevesa, ki se večinoma porabi za pridobivanje energije ali pa v hortikulturne namene. Del skorje, ki nastane v procesu odstranjevanja skorje v gozdu, na žagarskih obratih ali pri proizvodnji lesnih ploščnih kompozitov ali proizvodnji celuloze za papirno industrijo, se skuri (izkoriščanje energije biomase), medtem ko se manjši delež skorje uporabi v hortikulturne namene (urejanje krajine), v farmaciji in strojenju usnja. Kljub omenjenim področjem uporabe skorje pa velik delež skorje ostane neuporabljen. Zaradi velikega deleža majhnih gradnikov, ki nastanejo pri drobljenju skorje, je skorja zanimiv vir surovine za izdelavo lesno-plastičnih kompozitov. Za izdelavo lesno-plastičnih kompozitov se poleg plastike (polimera) uporabljajo tanki in vitki lignocelulozni gradniki.

V preliminarni raziskavi smo iz kombinacije finih (70 %) in srednje velikih frakcij skorje izdelali lesno-plastični kompozit. Skorjo smo nato zmešali s polietilenskim (PE) prahom (Dowlex, 2631.10UE) in z maleičnim anhidridom (grafiranim s polietilenom MAPE, Graft Polymer, Borovnica). Zmešano substance smo nato natresli v okvir z dimenzijami 300×300 mm² in stisnili na debelino 8 mm. Temperatura stiskanja je bila 180°C in tlak stiskanja 5 N·mm⁻². Čas stiskanja je bil 10 minut, čemur je sledilo še 10 minutno ohlajanje v hladni stiskalnici (tlak je bil enak kot pri vročem stiskanju). Gostota tako izdelanega kompozita je bila 0,866 g·cm⁻³, upogibna trdnost 9,89 N·mm⁻², modul elastičnosti 715 N·mm⁻². Deformacija pri največji obremenitvi je bila 6,27 mm. ■

Krožna ekonomija, kako se jo lotiti?

Bernard Likar

Lesarski grozd

Lesarski grozd, partner CRP Gozdno-lesna veriga, je bil izbran, poleg 25 drugih evropskih grozdov, v poseben program treninga »Toward Green Transition Facility«, ki ga je ob podpori Evropske komisije izvaja evropska platforma grozdov (European Cluster Collaboration Platform).

V okviru tega programa je bila ob koncu treninga, 28. septembra 2021, organizirana mednarodna delavnica »Krožna ekonomija – kako se jo lotiti?«, na kateri so podjetja dobila obsežno informacijo o temu kaj krožna ekonomija pomeni za njihovo poslovanje v prihodnjih letih. Povsem jasno je namreč, da bo implementacija krožne ekonomije precejšen poslovni izziv, ki pa je lahko tudi poslovna priložnost. Delavnice se je udeležila vrsta podjetij, predstavniki Direktorata za lesarstvo pri MGRT, Gospodarske zbornice Slovenije ter Oddelka za lesarstvo, UL BF.

Več o delavnici si lahko ogledate na povezavi:

<https://www.lesarski-grozd.si/event/delavnica-krozna-ekonomija-kako-se-jo-lotiti/>

V nadaljevanju bo Lesarski grozd za zainteresirana podjetja izvedel pregled pripravljenost na implementacijo krožne ekonomije, ki bo podjetjem služil kot izhodiščna točka za umno prilagajanje izdelkov, procesov in poslovnih modelov v naslednjih letih.

Pridobljena znanja in izkušnje z uvajanjem krožne ekonomije v slovenska lesna in pohištvena podjetja, bodo izredno koristna tudi pri kapitalizaciji rezultatov projekta CRP Gozdno-lesna veriga. Namreč, na krožno ekonomijo usmerjena podjetja lahko v polnosti izkoristijo potencial novih materialov na osnovi lesa manj uporabljenih lesnih vrst, ki bodo razviti oz. optimizirani v okviru CRP Gozdno-lesna veriga ter tako zvišujejo konkurenčnost gozdno-lesne verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda v nizko-ogljico družbo. ■



Utrinek z delavnice (Foto: E. Valentinčič).