



# NOVICE

ŠTEVILKA 2  
22. 6. 2016

## Uredništvo:

Jožica Gričar, odgovorna urednica  
✉ [jozica.gricar@gozdis.si](mailto:jozica.gricar@gozdis.si)

Špela Jagodic  
✉ [spela.jagodic@gozdis.si](mailto:spela.jagodic@gozdis.si)

## Kontakt:

Prof. dr. Katarina Čufar  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška  
fakulteta, Oddelek za Lesarstvo,  
Rožna dolina, Cesta VIII/34, SI-1000  
Ljubljana, Slovenija  
✉ [katarina.cufar@bf.uni-lj.si](mailto:katarina.cufar@bf.uni-lj.si)  
🌐 [crp-bukev.bf.uni-lj.si](http://crp-bukev.bf.uni-lj.si)

Bilten izhaja v elektronski obliki.  
Objava na spletni strani:  
[crp-bukev.bf.uni-lj.si](http://crp-bukev.bf.uni-lj.si)

Založba *Silva Slovenica*,  
Gozdarski inštitut Slovenije,  
Večna pot 2, 1000 Ljubljana

ISSN 2463-767X

Publikacija je nastala v okviru ciljnega  
raziskovalnega projekta V4-1419  
»Racionalna raba lesa listavcev s  
poudarkom na bukovini«



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,  
GOZDARSTVO IN PREHRANO



JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST  
REPUBLIKE SLOVENIJE

## Uvodnik

*Večanje deleža bukve v slovenskih gozdovih bo nesporno vplivalo na rabo lesa ter tehnologije obdelave in predelave v prihodnosti. Slovenija potrebuje več raznovrstnih končnih izdelkov z visoko dodano vrednostjo. Uspešna, inovativna in konkurenčna podjetja se zavedajo, da sta prilagodljivost željam naročnika in dobro oblikovanje izdelkov ključ do uspeha, pri čemer oblikovanje ne zadeva le estetike in oblike izdelka, pač pa je proces načrtovanja ter vodenja izdelkov, storitev, komunikacij in prostora. Da podjetje postane bolj oblikovalsko naravnano, potrebuje nova znanja, veščine ter poslovna in oblikovalska orodja. Predvsem pa potrebujejo nove miselne pristope, osredotočene na uporabnika. Sodelovanje z raziskovalnimi inštitucijami za pridobitev novih interdisciplinarnih znanj in uvajanj sodobnih tehnologij ter vključevanje najboljših oblikovalcev je tako pomemben korak na poti do uspeha. Primer dobre prakse izdelave kakovostnih izdelkov z visoko dodano vrednostjo so denimo unikatni bukovi izdelki, ki se na trgu predstavljajo pod znamkami Jene Design, Simon design in WoodSpirit. Pomemben del izdelkov Jene Design je narejen predvsem iz drevesnih korenin in lesa z različnimi rastnimi posebnostmi. Podobno so tudi WoodSpiritovi ročno izdelani unikatni izdelki iz slovenskega masivnega lesa različnih drevesnih vrst. Pod blagovno znamko Simon design je bilo izdelano tudi posebno pisalo iz bukovine. Drevo je bilo posekano pred dvema letoma v soteski, kjer stoji partizanska bolnica Franja in je zaradi poškodb ogrožalo varnost obiskovalcev. Pisalo s posebno zgodbo tako spominja in opominja na vojni čas, v katerem je delovala skrita bolnišnica. Butična proizvodnja ročno izdelanih unikatnih izdelkov iz slovenskega lesa za specifične kupce je zagotovo lahko eden izmed načinov za uspeh na trgu.*

- Jožica Gričar

## V tej številki

### **Ocenjevanje kakovosti lesa – od drevesa do končnega proizvoda** 3

Jurij Marenče, Dominika Gornik Bučar, Bogdan Šega

### **Spremljanje preživetja in revitalizacije krošnje dreves po žledolomu leta 2014** 4

Maks Merela, Primož Habjan, Katarina Čufar

### **Pretekla raba bukovega lesa in drugih listavcev, kot izziv za prihodnost** 5

Katarina Čufar, Maks Merela, Luka Krže

### **Zveza med vizualnim razvrščanjem ter mehanskimi lastnostmi hlodovine in bukovega žaganega lesa** 6

Aleš Straže, Željko Gorišek, Bogdan Šega, Dominika Gornik Bučar, Luka Krže, Drago Vidic, Luka Krajnc, Andrej Vrhovec

### **Kombinacija termične modifikacije in impregnacije z voski je zelo učinkovita oblika zaščite lesa** 7

Miha Humar, Nejc Thaler, Davor Kržišnik, Mojca Žlahtič, Boštjan Lesar

### **Bukova žagovina kot utrjevalna faza pri sintezi biorazgradljivih kompozitnih materialov** 8

Janja Zule

### **Dodana vrednost v izdelkih bukovine** 9

Jože Kropivšek, Matej Jošt, Leon Oblak



## Ocenjevanje kakovosti lesa

Jurij Marenče, Dominika Gornik Bučar, Bogdan Šega

Ocenjevanje in sledenje kakovosti lesa od stoječega drevesa do končnega proizvoda v lesni industriji je vprašanje, ki si ga gozdarji in lesarji večkrat zastavljamo. Je možno na osnovi okularne ocene stoječega drevesa soditi o njegovi kakovosti in tudi kakovosti vseh izdelkov, ki jih iz njega izdelamo? V pričujočem projektu želimo na osnovi manjših vzorcev iz različnih predelov Slovenije odgovoriti na to vprašanje. V raziskavi smo sledili kakovosti lesa bukovih dreves. Zajeta so bila drevesa vseh petih kakovostnih stopenj glede na lestvico, ki jo pri ocenjevanju stoječega drevja uporablja Zavod za gozdove Slovenije. Za posamezno drevo smo nato ocenili kakovost hlodovine in kakovost žaganega lesa ter

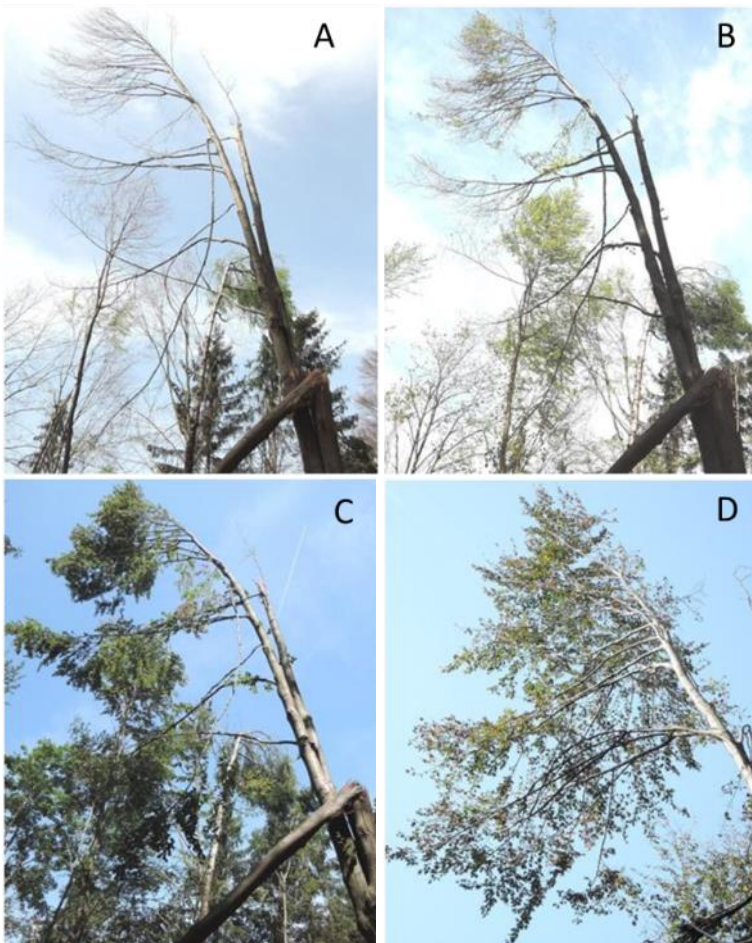
ugotavljali povezave. Analizo omenjene problematike pripravljamo za objavo v tematski številki revije *Acta Silvae et Ligni*, ki bo izšla jeseni. Hkrati bomo te informacije predstavili tudi na mednarodnem posvetovanju gozdarjev v mesecu septembru v Planici. Na posvetu z naslovom »Gozdarsko inženirstvo jugovzhodne Evrope- stanje in izzivi«, 21. do 23. 9. 2016, bomo v okviru skupine, ki se ukvarja z gozdnimi proizvodi, predstavili tudi ta del, ki ga v našem projektu obravnavamo. Udeleženci posvetovanja prihajajo z gozdarskih fakultet v Zagrebu, Beogradu, Sarajevu, Banja Luki, Skopju in Ljubljani.

## Spremljanje preživetja in revitalizacije krošnje dreves po žledolomu leta 2014

Maks Merela, Primož Habjan,  
Katarina Čufar

Po žledolomu, februarja leta 2014, je v gozdovih ostalo veliko poškodovanih dreves. Veliko je bilo izruvanih, veliko pa jih je imelo bolj ali manj poškodovane krošnje. Ker znanja o dogajanju v poškodovanih drevesih in njihovem vplivu na kakovost lesa primanjkuje, smo v Arboretumu Volčji Potok izvedli raziskavo na drevesih, ki so v žledolomu utrpela tovrstne poškodbe. Izbrali smo 14 bukev in 12 smrek in jih glede na stopnjo poškodovanosti krošnje razvrstili v 4 razrede (K – nepoškodovana, A – do 50 %, B – med 50 in 75 %, C – več kot 75 % poškodovana krošnja). Vzorčna drevesa smo tekom vegetacijske dobe 2014 opazovali in fotografsko dokumentirali vse opažene spremembe v njihovih krošnjah. Že v začetku sezone smo ugotovili, da poškodovanost krošnje ni bistveno vplivala na čas olistanja pri

bukvi oz. pojav mladih poganjkov pri smreki. Med rastno sezono so bukve svoje krošnje revitalizirale, vendar je bil potek in uspeh revitalizacije različen ne glede na stopnjo poškodbe krošnje. Pri določenih drevesih je bila revitalizacija vidna v obliki nastanka epikormskih in adventivnih poganjkov, ki so z formiranjem listov pripomogli, k obnovi fotosintetskega aparata (slika 1). Spremljanje razvoja krošnje in rasti drevesa je razkrilo, da nobeno od preiskovanih dreves v rastni sezoni 2014 (sezona po žledolomu) ni odmrlo. Ob koncu rastne sezone so vsa drevesa imela razvito, nekatera tudi delno revitalizirano, krošnjo. Kot primer je na sliki 2 prikazano stanje ene od najbolj poškodovanih preiskovanih bukev (drevo št. 1.) v različnih mesecih po poškodbi.



Slika 1: Primer epikormskega poganjka, ki se je aktiviral na deblu bukve zaradi močno poškodovane krošnje (Foto: Maks Merela).

Slika 2: Drevo št. 1, bukev: A: 4. 4. 2014 – brsti so še mirujoči; B: 12. 4. 2014 – začetek faze olistanja; C: 21. 6. 2014 – pojavili so se epikormski poganjki; D: 10. 10. 2014 – krošnja je še zelena, splošno rumenenje listov še ni nastopilo (Foto: Primož Habjan).

## Pretekla raba bukovega lesa in drugih listavcev, kot izziv za prihodnost

Katarina Čufar, Luka Krže,  
Maks Merela

Poznavanje pretekle raba bukovine je nujno za njeno optimalno izkoriščanje danes in tudi v prihodnje. Zato smo prevzeli organizacijo delavnice z naslovom »4th Meeting: Historical Wood Utilization - Past utilization of beech wood and other hardwoods and challenges for the future“ v sodelovanju z Deželo kozolcev, Šentrupert in Univerzo BOKU z Dunaja. V okviru delavnice, od 13. do 17. 6. 2016, se je sestala skupina mednarodnih znanstvenikov in strokovnjakov in predstavila svoje raziskovalno delo in ugotovitve o rabi bukovine. V nadaljevanju povzemamo nekaj primerov.

V rudniku soli Hallstatt (Avstrija), ki deluje od bronaste dobe, je bila bukovina vodilna vrsta za ročaje orodij in tudi kot rudniški les. V Sloveniji, lahko izpostavimo bukov drevak in vesla iz prazgodovine ter bukove drenažne konstrukcije, vodne zbiralnike ter ladjo iz rimske dobe. Bukovina se je pojavljala v zgodnje srednjeveških konstrukcijah po Franciji, uporabljali so jo tudi za krste. V muzejih na prostem v Avstriji je bukovina množično zastopana v širokem naboru predmetov za vsakdanjo rabo. Bukovina kot konstrukcijski les, se je tradicionalno pojavljala v Sloveniji in južno od nas, severno od Slovenije pa je bila ta raba redka. Skupaj smo ponovno pretehtali lastnosti bukovine, predvsem njene specifične prednosti in slabosti, v primerjavi z drugimi listavci. Predstavljen je bil tudi pomen bukve v Evropskih gozdovih v preteklih obdobjih in zapiski o bukvi in bukovini v zgodovinski literaturi. Tovrstne literature je v slovenskem jeziku malo, pregled zgodovinskih virov na nemškem govornem področju pa je bogat vir zapisanega znanja. Novi stiki in izmenjava informacij, ki praviloma niso objavljene, so spodbuda za doseganje ciljev tega projekta v smeri optimalne rabe bukovine.



Dežela kozolcev Šentrupert in Muzej kozolcev. Bukovina je bila poleg drugih listavcev uporabljena predvsem v starejših objektih (Foto: Katarina Čufar)



Tradicionalne prakse obdelave lesa (Foto: Katarina Čufar)



Tradicionalno tesarsko orodje (Foto: Katarina Čufar)



## Zveza med vizualnim razvrščanjem ter mehanskimi lastnostmi hlodovine in bukovega žaganega lesa

Aleš Straže, Željko Gorišek, Bogdan Šega, Dominika Gornik Bučar, Luka Krže, Drago Vidic, Luka Krajnc, Andrej Vrhovec

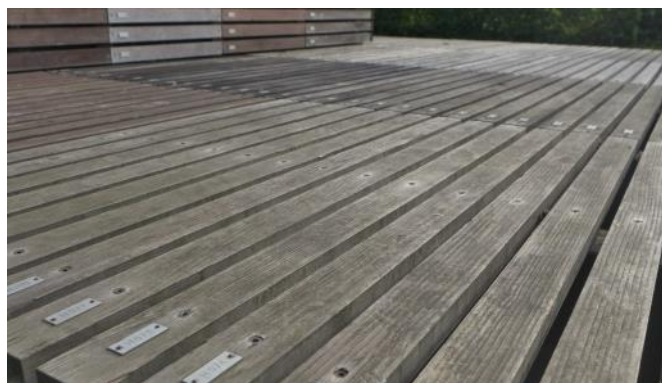
Na bukovi hlodovini ( $n = 34$ , cca.  $25 \text{ m}^3$ ) smo ob vizualnih meritvah in standardnem razvrščanju izvedli še dinamično mehansko testiranje. Preverjali smo frekvenčni odziv pri vzdolžnem mehanskem vzburjanju (MTG TimberGrader, lab. merilna veriga), ter hitrosti ultrazvoka (Proceq PL-200). Hlodovino smo razžagali in meritve ponovili še na žaganem lesu. Potrdili smo relativno visoko stopnjo povezanosti rezultatov vizualnega razvrščanja ter mehanskih lastnosti hlodovine in bukovega žaganega lesa.

Slike: Meritve vzdolžnega frekvenčnega odziva hlodovine (levo-zgoraj) in prečne hitrosti ultrazvoka (zgoraj-desno; Proceq PL-200), ter strojno- (spodaj-levo; MTG TimberGrader) in vizualno razvrščanje bukovega žaganega lesa (spodaj-desno)

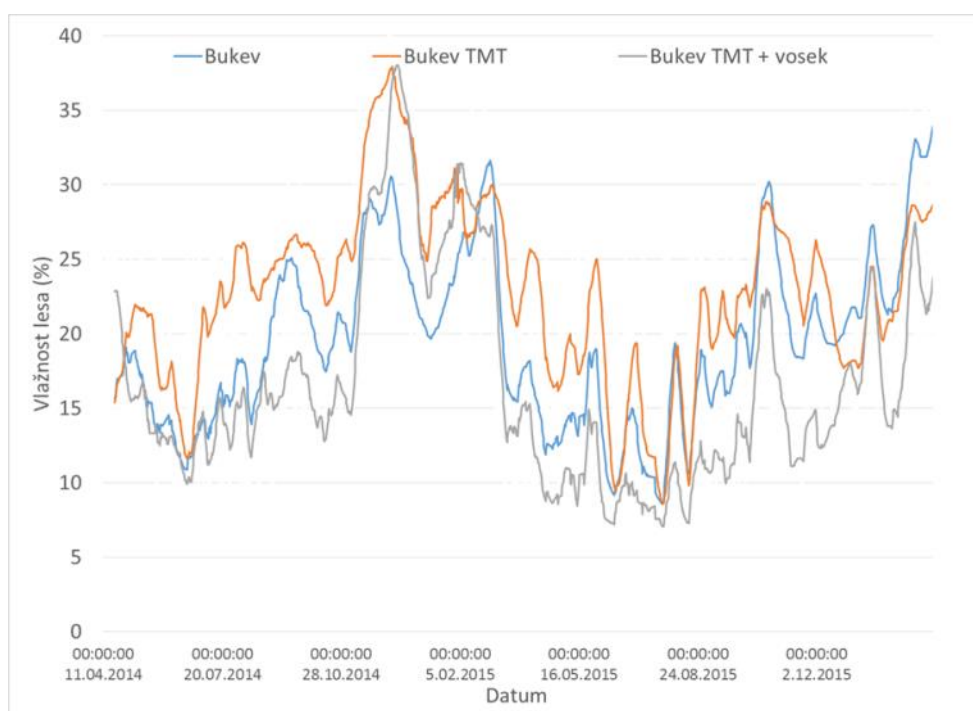
## Kombinacija termične modifikacije in impregnacije z voski je zelo učinkovita oblika zaščite lesa

Miha Humar, Nejc Thaler,  
Davor Kržišnik, Mojca Žlahtič,  
Boštjan Lesar

Bukovina ima zelo slabo odporen les. V kolikor jo želimo uporabiti na prostem, jo moramo na takšen ali drugačen način zaščititi. Ker se ljudje vedno bolj izogibajo biocidnim postopkom zaščite, na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, preizkušamo tudi nebiocidne postopke za zaščito lesa. Na terenskem polju tako preizkušamo termično modificiran les bukve ter termično modificiran les bukve, ki je bil naknadno impregniран z voskom Silvacera. Terensko testiranje materialov je relativno dolgotrajno. Do prvih znakov razkroja pride šele po letu ali dveh. Ker smo želeli priti do podatkov nekoliko hitreje, smo se odločili lesu spremljati vlažnost. Nebioidni mehanizem zaščite namreč temelji na dejstvu, da želimo les ohraniti suh, saj glive suhega lesa ne morejo razkrajati. Tako smo na vodoravno položene vzorce bukvine, termično modificirane bukvine in z voski impregnirane termično modificirane bukvine namestili uporovne merilce vlažnosti



znamke Scantronik in jim dvakrat dnevno zabeležili vlažnost. Iz slike je jasno razvidno, da termična modifikacija negativno vpliva na vlažnost lesa. S termično modifikacijo povečamo permeabilnost lesu, zato se ob padavinskih dogodkih bolj navlaži. Tako je vlažnost termično modificiranega lesa celo višja od vlažnosti bukvine. Po drugi strani pa je jasno opaziti pozitiven vpliv impregnacije bukvine z vodno emulzijo voska. Vlažnost tako obdelanega lesa je bila večino časa bistveno nižja od vlažnosti bukvine in termično modificirane bukvine.



Vpliv obdelave bukvine na dinamiko vlažnosti lesa. Prikazano je drseče povprečje v obdobju med 11. aprilom 2014 in 1. marcem 2016.



## Bukova žagovina kot utrjevalna faza pri sintezi biorazgradljivih kompozitnih materialov

Janja Zule

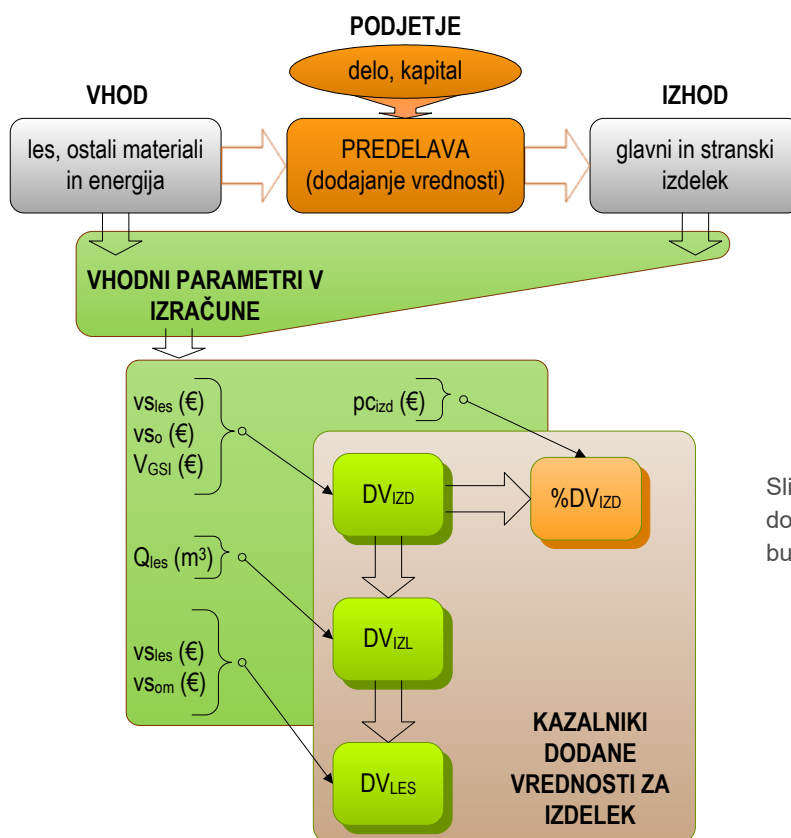
Bukova žagovina in lesni drobc, ki nastajajo pri rezanju in mehanski predelavi lesa se običajno uporabljajo v obliki briketov kot energent ali pa za steljo pri vzreji živali. Ta tako imenovani »odpadni« material vsebuje vse komponente lesa, in sicer celulozna vlakna, hemiceluloze, lignin, ekstraktive in anorganske snovi in je vir spojin z dodano vrednostjo, ki so uporabne v različnih industrijskih panogah. Zaradi postopnega prehoda v bio-osnovano gospodarstvo, kjer bodo fosilne surovine počasi nadomestili obnovljivi viri kot je biomasa (les, enoletne rastline, kmetijski in industrijski odpadni oz. stranski produkti) se zanimanje za raziskave na tem področju povečuje. Ena od obetavnih smeri razvoja je sinteza bioplastike z vgrajenimi lesnimi vlakni. Slednja delujejo kot utrjevalna faza v polimerni matrici, ki jo lahko sestavljajo različni sintetični ali naravno pridobljeni polimeri (polietilen, polimlečna kislina

na osnovi rastlinskega škroba). Vnos lesnih vlaken poveča trdnost in togost materiala pri zelo majhni gostoti. Vsebnost lignoceluloze v polimerni osnovi se giblje običajno od 30 do 70 %. Kompozitne materiale izdelujejo s tehniko ekstrudiranja ali tlačnega ulivanja in so uporabni za izdelavo konstrukcijskih elementov, embalaže, predmetov za široko potrošnjo, opreme za avtomobilsko industrijo, šport in rekreacijo, gospodinjstvo in mase za 3D tisk. S sintezo in uporabo bioplastike v vsakdanjem življenju bomo močno znižali porabo fosilnih virov ter skladno s tem emisije CO<sub>2</sub>, saj so izdelki v celoti razgradljivi in hkrati stroškovno konkurenčni, saj jih v pretežni meri sestavljajo »odpadni« naravni materiali, kot je npr. lesna žagovina. Velja pa poudariti, da bodo za nadaljnji razvoj materialov potrebne obsežne raziskave, da bi sintetizirali snovi, prilagojene potrebam uporabnikov.

# Dodana vrednost v izdelkih bukovine

Jože Kropivšek, Matej Jošt, Leon Oblak

## Model vrednotenja dodane vrednosti v izdelkih iz bukovine



Slika 1: Model vrednotenja dodane vrednosti v izdelkih iz bukovine

Zagotavljanje visoke dodane vrednosti je pri predelavi lesa v končne izdelke ključnega pomena za doseganje ekonomske učinkovitosti. V raziskavi smo ugotovili številne potencialne rabe (preko 350) lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.), ki smo jih za lažje in preglednejše proučevanje ter določanje dodane vrednosti na podlagi tehnološke sorodnosti razvrstili v osemindvajset skupin. Razvili smo model vrednotenja dodane vrednosti v izdelkih iz bukovine (slika 1), v katerem smo poleg kazalnika skupne dodane vrednosti v izdelku, ki ga ne moremo uporabiti za medsebojne primerjave različnih izdelkov (zaradi različnih deležev lesa v strukturi uporabljenih materialov za izdelek ter različnih tehnoloških in drugih zahtev proizvodnje izdelka), predvideli tri dodatne kazalnike: (1) dodana vrednost glede na količino vgrajenega lesa v izdelku, (2) dodana

vrednost glede na vrednostni delež vgrajenega lesa v izdelku in (3) delež dodane vrednosti v prodajni ceni izdelka. Slednji je za poslovne odločitve najpomembnejši.

Identificirali smo tudi glavne težave pri uporabi modela in vrednotenju ter pridobivanju podatkov, med katerimi izstopa določitev cene na vhodu in izhodu. To je tesno povezano z razlikami določanja kakovosti lesa v celotni gozdno-lesni verigi. Na osnovi tega smo pripravili predlog skupinskega obravnavanja izdelkov glede na dodano vrednost v izdelku. Poleg določitve dodane vrednosti v izdelkih iz bukovine je zelo pomembno tudi kako te izdelke ponuditi na trgu, kako izkoriščati sinergijo v panogi (mrežne povezave) in kakšen poslovni model izbrati. To so področja, s katerimi se trenutno ukvarjamo v okviru projekta.