

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/45



## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P4-0015
<b>Naslov programa</b>	Les in lignocelulozni kompoziti Wood and lignocellulosic composites
<b>Vodja programa</b>	19106 Miha Humar
<b>Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)</b>	26506
<b>Cenovni razred</b>	
<b>Trajanje programa</b>	01.2009 - 12.2014
<b>Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)</b>	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Povzetek raziskovalnega programa<sup>1</sup>

SLO

Programsko skupino les in lignocelulozni kompoziti sestavljajo raziskovalci zaposleni na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Namen naše skupine je čim bolj spoznati les in ga uporabiti za izdelke s čim višjo dodano vrednostjo. Les je edina naravno

obnovljiva surovina, ki jo imamo v Sloveniji na voljo. Je CO<sub>2</sub> nevtralen material, še več les celo absorbira CO<sub>2</sub> in s tem pripomore k blaženju klimatskih sprememb.

Delo v naši programski skupini je organizirano v 5 delovnih skupinah. Prva skupina preučuje dejavnike, ki vplivajo na nastanek lesa, odziv dreves na stres. Ta znanja pripomoremo k rekonstrukciji klime v preteklosti. S temi metodami pa lahko datiramo stare zgradbe, pojasnjujemo časovno dinamiko kolišč. Nenazadnje smo te podatke uporabili tudi za datacijo najstarejšega kolesa na svetu.

V drugi delovni skupini se soočamo s trajnostjo lesa. Les je kot naraven material podvržen biotskim in abiotskim dejavnikom razkroja. V naravi so ti procesi zaželeni, kadar pa les uporabljamo v komercialne namene želimo te procese čim bolj upočasniti ali celo preprečiti. V zadnjem času postajajo vedno pomembnejše nebiocidne oblike zaščite lesa, kot je modifikacija lesa ali impregnacija lesa s hidrofobnimi učinkovinami, kot so na primer voski. V okviru teh raziskav smo razvili in komercializirali postopek termične modifikacije lesa. Žal pa modificiran les ni primeren za vse pogoje uporabe, zato se se posvečamo tudi zaščiti lesa z bakrovimi učinkovinami. V sodelovanju s podjetjem Silvaproduct smo razvili pripravek in ga uspešno uvedli v proizvodnjo.

V tretji skupini se ukvarjamo predvsem s preseganjem dimenzij lesa. Le-te so omejene, zato ga želimo z različnimi inženirskimi pristopi preoblikovati tako, da ga lahko zlepimo v kompozite neomejenih dimenzij, ki so uporabni v gradbeništvu. Iz lesnih kompozitov lahko izdelamo atraktivne in tudi zelo varne konstrukcije. Menimo, da je to zasluga tudi naše programske skupine dejstvo da lesna gradnja kljub recesiji vedno bolj pridobiva na pomenu. Lesni kompoziti pa niso uporabni le za konstrukcijske namene. S temi kompoziti se srečujemo vsak dan, saj je večina pohištva izdelana iz ploščnih kompozitov.

Četrta delovna skupina razvija inovativne rabe lesa. V tej skupini želijo iz lesa pridobiti čim več komercialno zanimivih kemikalij. Že z enostavno ekstrakcijo lahko iz lesa pridobimo vrsto komercialno zanimivih kemikalij, ki so uporabne kot prehranski dodatki, tanine dodajajo whiskijem, rdečim vinom. V zadnjem obdobju pa veliko raziskav posvečamo tudi utekočinjanju lesa. S tem iz lesa pridobimo proizvod, iz katerega lahko pridobimo lavulinsko kislino, furfural alkohol, sam utekočinjen lesa pa lahko uspešno uporabimo za izdelavo površinskih premazov, lepilnih mešanic, izolacijskih pen...

Nič pa nam ne pomaga, če razvijemo številne nove rešitve, če jih ne znamo prodati. S tem pas e ukvarjajo v peti delovni skupini. Poleg tega pa pokrivajo še organizacijske in IT rešitve v lesni industriji.

ANG

Programme group Wood and lignocellulose composites consists of researchers employed at the Department of Wood science and technology at Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. The main purpose of our group is to understand wood, and to use it for products with as high added value as possible. Wood is the only renewable raw material available in Slovenia. It is CO<sub>2</sub>-neutral; even more wood absorbs carbon dioxide and thereby contributes to tackling climate changes.

Work in our program is organized in five working groups. The first group examines factors that influence the wood formation, response of the trees to stress and so on. This knowledge is important for reconstruction of the past climate. Even more, we can use those techniques to date the old buildings and wooden constructions. Nevertheless, these data were used for dating of the oldest wheal in the world.

The second working group is focusing durability of the wood. Wood is as natural material subjected to biotic and abiotic factors of decomposition. In nature, these processes are desirable, but when the wood is used for commercial purposes these processes needs to be slow down as much as possible. Nowadays, nonbiocidal techniques for wood protection, like wood modification and treatment of wood with water repellants, are becoming more and more important. Within this program, novel process of thermal modification of wood was developed and commercialized. Unfortunately, the modified timber is not suitable for all uses, so sometimes wood still needs to be impregnated with biocides like copper.

The purpose of the third group is to overcome issues related to limited dimensions of wood. Therefore, we want to apply different engineering approaches to transform wood and glue it in limitless sized composites that can be used for attractive and on the other hand safe constructions. We strongly believe, that one of the benefits of our work is fact that importance, and market share of wood construction is increasing. Wood composites are not only useful for construction purposes. We used wood based composites every day, since most furniture is

made of composite plates.

The fourth working group deals mainly with the innovative use of wood. In this group we want to obtain as much as possible of commercially attractive chemicals from wood. Even a simple extraction can be applied to obtain commercially interesting chemicals from wood, that are useful as nutritional supplements, supplements for whisky, red wine, etc. Considerable part of research is devoted to liquefied wood, recently. This product obtained from wood, is source of plenty of commercially important materials like levulinic acid and furfuryl alcohol.

However, developing of the new solutions, techniques materials is senseless if they do not have market potential. This task is related to the fifth working group. In addition, they deal with the organizational and IT solutions in the wood processing industry.

### **3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)<sup>2</sup>**

SLO

Za lažje doseganje zastavljenih ciljev, je bilo delo v okviru PS organizirano 5, med seboj povezanih delovnih skupinah. Zaradi večje preglednosti podajamo poročilo po omenjenih sklopih:

**DS 1: Lastnosti lesa za ciljno rabo:**

Večletno spremljanje nastajanje lesa in skorje pri smreki in bukvi v Sloveniji je pojasnilo vplive zunanjih dejavnikov na količino in kvaliteto lesa, ki nastane pri obeh najpomembnejših lesnih vrstah in omogočilo razširitev raziskav na kostanj v Italiji, Alepski in rdeči bor ter bukev v Španiji in lokalno jelko ter cipreso na Tibetanski planoti. Fenologijo nastajanja lesa in skorje smo povezali s kvaliteto lesa, podrobnimi spoznanji o delovanju kambija, spremembami listne fenologije ter splošnimi učinki klimatskih sprememb na gozdno drevje. Določili smo starost in ohranjenosti lesa stavb, vrednih lesenih predmetov (npr. violin), arheološkega lesa iz koliščarskih naselbin Ljubljanskega barja in ladje iz rimske dobe potopljene v Ljubljani. Raziskave lesa z magnetno resonančnim slikanjem so pripeljale do izuma nove metode za ugotavljanje lesne vlažnosti. Vzporedno so potekale tudi kemijske raziskave lesa, ki so vključevale predvsem vlogo ekstraktivov v sekundarnih spremembah lesa in njihov vpliv na lastnosti. Ugotovili smo, da so poranitveni les, diskoloriran les ter grče pomemben vir spojin z visoko dodano vrednostjo tako pri bukvi kot pri nekaterih borih.

**DS 2: Biotski in abiotični dejavniki razkroja lesa**

Raziskali smo povečanje odpornosti lesa proti vremenskim vplivom z obdelavo z voski in dokazali, da le-ta upočasni fotodegradacijske procese izboljša sorpcijske lastnosti in dpornost proti lesnim glivam. Es obdelan z voski je primeren za rabo na prostem vendar ne za najzahtevnejše aplikacije. V povezavi z DS 4, smo pripravili in okarakterizirali površinske premaze iz odsluženega, kontaminiranega lesa in pokazali, da je to možni alternativni način za ravnanje s takim kontaminiranim lesom. Izvedli smo raziskave učinkovitosti različnih premazov proti usidranju morskih organizmov; nekateri premazi so v kombinaciji z biocidno zaščito podlage pokazali odlično učinkovitost. Za doseganje hidrofilnosti / hidrofobnosti smo lesne površine funkcionalizirali z glivnimi lakazami. Pripravili smo inovativne premaze za les z dodanimi luminiscentnimi pigmenti ter izboljšali nekatere mehanske lastnosti premazov z dodajanjem nanodelcev. Veliko pozornosti smo posvetili tudi raziskavam in razvoju novih okolju prijaznih materialov in tehnologij površinske obdelave lesa za implementacijo zahtev Uredbe, ki zahteva znižanje emisij HOS, v slovensko lesno industrijo.

**DS 3: Inženirski lesni proizvodi in lignocelulozni kompoziti**

Opravili smo raziskave razvrščanja žaganega lesa po vizualnih, fizikalnih in trdnostnih kriterijih. Opravili smo številne raziskave lepljenja modificiranega lesa in lepljenje lesa z drugimi materiali. Ugotovili smo, da je lepljenje termično modificiranega lesa najuspešnejše s PUR in MUF lepili, za zahtevna konstrukcijska lepljenja jekla ali aluminija z lesom pa primerno epoksidno lepilo. Formulirali smo več kot 30 pen na

osnovi tanina iz smrekove skorje in z reometrom ter DSC določili optimalno sestavo. Izdelali smo trdne kot tudi fleksibilne pene, ki so primerne za toplotno in/ali zvočno izolacijo. Izolacijske plošče smo izdelali tudi iz celuloznih vlaken pridobljenih z recikliranjem papirja. Razvili smo lahke ploščne kompozite s sredico iz pene na osnovi utekočinjenega lesa, lesne ploščne kompozite za konstrukcijsko rabo ter skonstruirali kompozitni linijski nosilec iz bukovega furnirja. S termo-hidro-mehansko obdelavo smo modificirali površine lesa in ugotovili, da se površinsko zgoščenemu lesu znižata polarnost in prosta površinska energija, njegovo hidrofobnost pa je možno povečati z ustrezno obdelavo.

#### DS 4: Inovativna raba lesa

Velik del raziskav je bil posvečen utekočinjenju lesa z različnimi polioli. Optimizirali smo postopek utekočinjenja različnih vrst lesa, predvsem topolovine in smrekovine, ter različnih drugih lignoceluloznih materialov, npr. prahu plute. Utekočinjene lignocelulozne materiale smo uporabili kot obnovljiv vir za pripravo površinskih premazov za les, lepil ter osvetlili procese utrjevanja novih bio-premazov in bio-lepil. Temno rjave premaze iz UL smo posvetlili z beljenjem z modificiranimi peroksidnimi sistemi. Nove bio-premaze smo nanесли na lesne podlage in sisteme okarakterizirali. Nekateri novi sistemi so izkazali primerljive lastnosti s komercialnimi premazi. Proučevali smo tudi uporabo UL za lepljenje lesa in pri lepilih z različnimi vrednostmi pH poiskali optimalne pogoje lepljenja. Pripravili in karakterizirali smo različno sušene nanofibrilirane celuloze, prav tako pa smo dokazali, da je les moč uporabljati v netradicionalne namene, saj smo iz različnih vrst lesnega tkiva ekstrahirali različne ekstrakte, npr. pinosilvin, ki jih npr. lahko uporabimo kot prehranska dopolnila.

#### DS 5: Promocija, oblikovanje in trženje lesa in lesnih proizvodov

Slovenska lesna industrija se je v zadnjem obdobju znašla v nezavidljivem položaju, kar je posledica nizke dodane vrednosti njenih izdelkov ter neučinkovitega tehnološkega in organizacijskega razvoja. S pomočjo SWOT analize smo ugotavljali prednosti in slabosti slovenskih lesnih podjetij po posameznih področjih dela ter priložnosti in nevarnosti, ki se pojavljajo v vse bolj spremenljivem okolju. S pomočjo sodobnih metod (cost-benefit analiza, regresijski modeli, statistični modeli, metode večkriterijskega odločanja,...) smo iskali inovativne rešitve za izhod iz krize. Lesnoindustrijske proizvodne sisteme smo proučevali predvsem z ekonomskega, organizacijskega, informacijskega, trženjskega in okoljevarstvenega vidika. Slovenska lesna industrija se mora prestrukturirati iz delovno intenzivne panoge v panogo, ki temelji na znanju. Zaradi tega smo v okviru projekta KnowFORwood analizirali izobrazbeno strukturo in sistem izobraževanja zaposlenih v lesnoindustrijskih podjetjih.

Aktivnosti zaradi povečanja financiranja.

Glede na to, da je bilo financiranje odobreno šele konec oktobra, smo se odločili večino raziskovalnih ur prenesti v naslednje leto. Pričeli pa smo z aktivnostmi, ki so povezane z gradbeno fiziko. Tako smo na modelnem objektu pričeli s spremljanjem toplotne prevodnosti, vpliva vlage in gostote lesa na toplotno prevodnost. Z meritvami nadaljujemo v letu 2015.

Druga aktivnost je bila povezana z delom na nanocelulozi. Pripravili smo prve kompozite na osnovi nanoceluloze in biopolimerov. Drugi del pa je bil povezan s sušenjem nanoceluloze.

#### **4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>**

SLO

Temeljni cilji PS "Les in lignocelulozni kompoziti" so bili pred 6 leti zastavljeni:

- najti nove tehnologije za izboljšanje relevantnih lastnosti lesa,
- razviti nove materiale na osnovi lesa, ki nam bodo omogočile, da bomo lesne izdelke lahko uporabili tudi v namene, kjer jih do sedaj zaradi omejitev lesa nismo uporabljali,
- načrtovati nove izdelke na osnovi lesa in lesnih kompozitov s čim višjo dodano

vrednostjo,

- zadovoljiti čim širši spekter uporabnikov, kar bomo dosegli z dobrim poznavanjem lesa kot materiala.

Menim, da smo dosegli vse cilje. Še več nekaj smo jih celo znatno preseglei.

Raziskave nastajanja lesa in skorje ter vrednotenja kakovosti lesa in skorje ob uporabi naprednih raziskovalnih metod, kot tudi raziskave sorpcijskih lastnosti, so dale nova spoznanja o relevantnih lastnostih lesa.

Raziskave nastajanja in lastnosti tkiv skorje odpirajo možnosti za širšo uporabo celotne biomase drevesa, razvoj novih materialov, kompozitov in novih izdelkov.

Razvili smo terensko polje za testiranje lesa in lesnih materialov v najzahtevnejših pogojih uporabe. Tako bomo lahko v realnih pogojih preizkusili različne materiale.

Še posebej obetavna se je izkazala obdelava lesa z emulzijami voskov. Razvili smo sistem nebiocide zaščite lesa, ki ga že preizkušamo na terenskem testu. Obdelava lesa zmanjša vlažnost lesa in tako zmanjša verjetnost glivne okužbe in prispeva k daljši življenjski dobi lesa.

Dokazali smo, da lahko novi, okolju prijazni materiali in tehnologije zadovoljijo zahteve po visoko kvalitetnih površinskih premazih, ki zagotavljajo odlično odpornost proti vremenskim vplivom, mehanskim obremenitvam in biotskim dejavnikom razgradnje.

Razvili smo nove materiale, inovativne konstrukcijske lesne kompozite in panele, nove lesne izolacijske plošče ter izolacijske pene iz tanina. Razvili smo nove tehnologije zgoščevanja površin lesa, tehnologijo lepljenja modificiranega lesa, lepljenje z utekočinjenim lesom in spajanje lesa z varjenjem.

Pripravili smo obnovljiv material – utekočinjen les in ga uporabili za izdelavo lepil in površinskih premazov.

Izdelali smo različne tipe nanofibrilirane celuloze ter iz lesa pridobili ekstrakte, ki jih je moč uporabiti kot prehranske dodatke z visoko dodano vrednostjo. Sklenemo lahko, da smo razvili nove materiale na osnovi lesa, ki nam omogočajo, da les lahko uporabimo tudi v namene, ki do sedaj zaradi omejitev zaradi lastnosti lesa niso bili običajni.

Raziskava o možnostih industrijske proizvodnje pinosilvinov in NTG iz grč borov za uporabo v prehrani je razkrila obetavne zaključke. Optimizirali smo postopke ekstrakcije in izolacije za pridobivanje pinosilvina.

## 5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014<sup>4</sup>

SLO

V programski skupini je prišlo do manjših sprememb. Sredstva, ki so bila odobrena za dodatno financiranje PS v letu 2014, so bila odobrena relativno pozno.

Zaradi gospodarnejše porabe, smo sredstva v višini 619 ur v dogovoru z ARRS in vodstvom Biotehniške fakultete prenesli v leto 2015. To bo omogočilo gospodarnejšo porabo javnih sredstev in realizacijo zastavljenih ciljev.

## 6.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	2204809	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določanje odpornosti zaščitene lesa v različnih pogojih uporabe
		ANG	Copper leaching from copper-ethanolamine treated wood
			Velika variabilnost lesnih vrst in lesnih proizvodov (polproizvodov) nam omogoča širok, raznolik spekter uporabe in predstavlja odlično alternativo materialom, ki okolje obremenjujejo tako v fazi pridobivanja, kot tudi po

	Opis	<p>koncu življenjske dobe. Odlično razmerje med mehanskimi lastnostmi in maso uvršča les tudi med odlične konstrukcijske materiale. Tako raba lesa izboljšuje okoljski profil gradbenega sektorja, kot tudi pohištvene industrije...</p> <p>Žal pa se dejstvo, da je les biorazgradljiv (to je dobra lastnost, ki omogoča okolju prijazno razgradnjo po koncu življenjske dobe), spremeni v izrazito slabost, ko les uporabljamo na prostem, kje je izpostavljen širokemu spektru škodljivcev. Zato moramo les na prostem na takšen ali drugačen način zaščititi.</p> <p>Najpogostejša rešitev s katero podaljšamo življenjsko dobo lesa je impregnacija domačih neodpornih lesnih vrst z biocidi ali uporaba tropskih lesnih vrst. Obeh možnosti ne uvrščamo ravno med okolju prijazne. Zato na področju zaščite lesa potekajo številne raziskave o možnostih nebiocidne zaščite lesa. V okviru tega projektnega predloga se bomo dotaknili treh rešitev in sicer: impregnacije neodpornih lesnih vrst s hidrofobnimi pripravki, modifikacija lesa in uporaba domačih odpornih lesnih vrst.</p> <p>Odpornost lesa, modificiranega lesa, kot tudi impregniranega lesa proti lesnim glivam (lesne glive so najpomembnejši škodljivci v Evropi) so vedno kombinacija toksičnega delovanja lesnih ekstraktivov na eni strani ter anatomskih, kemijskih lastnosti, ki na takšen ali drugačen način zavirajo navlaževanje lesa. Ustrezno visoka vlažnost je ključna za razvoj lesnih gliv. Primerjali smo naravno vododbojnostjo z umetno pridobljeno vododbojnostjo (le to pridobimo z impregnacijo s hidrofobnimi pripravki ali modifikacijo lesa). V večini obstoječih raziskav so se osredotočili le na en mehanizem, v tej raziskavi pa se bomo osredotočili tudi na sinergistične vplive med tema dejavnikoma. Zato ta tip raziskave zahteva celovit pristop in celostno obravnavo lesa.</p>
	ANG	<p>The huge variety of wood species and wood-based products allows a wide scope of creative and aesthetic alternatives to materials with higher environmental impacts during production, use and disposal. The high ratio between strength and own weight recommends wood also for load bearing applications. Therefore, the use of wood can assure sustainability in the building trade as well as in many other sectors. However, the positive aspect of biological decomposability of waste wood can turn into the opposite when wood is used outdoors and exposed to different degrading organisms. Protective measures are therefore unavoidable for many outdoor applications.</p> <p>The most common way to respond to these shortcomings was the impregnation of less durable wood species with biocidal agents or the use of more durable species, which normally means the use of tropical species. Both options usually stand in contrast to the desired eco-friendliness of wood-based products. In contrast to classic wood preservation techniques, which are increasingly refused by customers, innovative and non-biocidal wood treatments possibilities found acceptance. In his respective project three approaches will be targeted. Namely, treatment of wood with selected hydrophobic treatments, wood modification and use of durable species like oak, chestnut, larch.</p> <p>Resistance of wood as well as of modified and preservative treated timber against different wood-discolouring and wood-destroying organisms is always a combined effect of toxic or inhibiting ingredients on the one hand, and of anatomical or chemical exclusion of moisture, which is one of the most important factors for biodeterioration. In this research natural moisture exclusion efficacy was compared to artificial one (at specimens treated with hydrophobic treatments or modified wood). Nevertheless,</p>

		<p>most studies in the past have allowed for only one of these protection mechanisms, but not for both and potential synergisms to be expected. Thus, even in this respect a more comprehensive approach is needed to consider the full range of wood properties.</p>
	Objavljeno v	<p>Dept. of Wood and Paper Science, College of Natural Resources, North Carolina State University; Bioresources; 2014; Vol. 9, iss. 2; str. 3038-3051; Impact Factor: 1.309; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.87; A<sup>1</sup>: 1; WoS: PJ; Avtorji / Authors: Thaler Nejc, Humar Miha</p> <p>THALER, Nejc, LESAR, Boštjan, HUMAR, Miha. Performance of copper-ethanolamine-impregnated scots pine wood during exposure to terrestrial microorganisms. Bioresources, ISSN 1930-2126, 2013, vol. 8, iss. 3, str. 3299-3308. [COBISS.SI-ID 2106505]</p> <p>HUMAR, Miha, LESAR, Boštjan. Performance of native and copper-ethanolamine-treated wood exposed in sea water at Port Koper, Slovenia. Drvna industrija, ISSN 0012-6772, 2013, vol. 64, no. 4, str. 273-281. [COBISS.SI-ID 2170761]</p> <p>HUMAR, Miha, LESAR, Boštjan. Efficacy of linseed- and tung-oil-treated wood against wood-decay fungi and water uptake. International biodeterioration &amp; biodegradation, ISSN 0964-8305. [Print ed.], 2013, vol. 85, str. 223-227. [COBISS.SI-ID 2130313]</p> <p>THALER, Nejc, HUMAR, Miha. Performance of oak, beech and spruce beams after more than 100 years in service. International biodeterioration &amp; biodegradation, ISSN 0964-8305. [Print ed.], 2013, vol. 85, str. 305-310. [COBISS.SI-ID 2138505]</p> <p>LESAR, Boštjan, HUMAR, Miha. Use of wax emulsions for improvement of wood durability and sorption properties. Holz als Roh- und Werkstoff, ISSN 0018-3768. [Print ed.], 2011, vol. 69, no.2, str. 231-238. [COBISS.SI-ID 1793929],</p> <p>LESAR, Boštjan, STRAŽE, Aleš, HUMAR, Miha. Sorption properties of wood impregnated with aqueous solution of boric acid and montan wax emulsion. Journal of applied polymer science, ISSN 0021-8995, 2011, vol. 120, no. 3, str. 1337-1345. [COBISS.SI-ID 1877385]</p>
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	2115465 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Fenološke razlike v nastajanju ksilema in floema pri bukvi <i>Fagus sylvatica</i> iz dveh kontrastnih rastišč</p> <p><i>ANG</i> Phenological variation in xylem and phloem formation in <i>Fagus sylvatica</i> from two contrasting sites</p>
		<p>Raziskali in pojasnili smo nastajanje ksilema in floema, aktivnost kambija in fenologijo listov v odvisnosti od vremenskih dejavnikov pri bukvi (<i>Fagus sylvatica</i> L.) z dveh rastišč v Sloveniji z različnih nadmorskih višin v različnih letih. Opisali in pojasnili smo glavne razlike v količini in kvaliteti lesa in floema v drevesih, ki rastejo v različnih okoljih, kjer spremenljive razmere med leti vplivajo na količino in kakovost lesa in skorje, ki nastane v določenem letu pri bukvi kot eni najpomembnejši lesnih vrst v Sloveniji.</p> <p>Na to temo je bilo objavljenih še več prispevkov, ki so razvidni spodaj. ČUFAR, Katarina, GRABNER, Michael, MORGÓS, András, MARTINEZ DEL CASTILLO, Eurne, MERELA, Maks, DE LUIS, Martin. Common climatic</p>

Opis	SLO	<p>signals affecting oak tree-ring growth in SE Central Europe 2007. Trees, ISSN 0931-1890, 2014, str.[COBISS.SI-ID 2171785]</p> <p>PRISLAN, Peter, GRIČAR, Jožica, DE LUIS, Martin, SMITH, Kevin T., ČUFAR, Katarina. Phenological variation in xylem and phloem formation in <i>Fagus sylvatica</i> from two contrasting sites. Agricultural and forest meteorology, ISSN 0168-1923. [Print ed.], 2013, vol. 180, no. oct., str. 142-151. [COBISS.SI-ID 2115465]</p> <p>ROSSI, Sergio, ČUFAR, Katarina, GRIČAR, Jožica, PRISLAN, Peter, et al. A meta-analysis of cambiumphenology and growth : linear and non-linear patterns in conifers of the northern hemisphere. Annals of Botany, ISSN 0305-7364, 2013, vol. &lt;v tisku&gt;, no. &lt;v tisku&gt;, str. &lt;v tisku&gt;, ilustr. [COBISS.SI-ID 3728806]</p> <p>DE LUIS, Martin, ČUFAR, Katarina, DI FILIPPO, Alfredo, NOVAK, Klemen, et al. Plasticity in dendroclimatic response across the distribution range of aleppo pine (<i>Pinus halepensis</i>). PloS one, ISSN 1932-6203, 2013, vol. 8, no. 12, str. 1-13, [COBISS.SI-ID 2171273]</p>
	ANG	<p>Xylem and phloem formation, as well as cambium and leaf phenology and their relation to weather factors were studied in beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) trees from two sites in Slovenia with different elevations and weather conditions. We described and explained main differences in these phenomena for trees growing in different environments where variable year to year conditions affect the amount and quality of wood and phloem formed in a particular year in this important tree species.</p> <p>There were several articles published on the selected topic. They are resolved from the list below:  ČUFAR, Katarina, GRABNER, Michael, MORGÓS, András, MARTINEZ DEL CASTILLO, Edurne, MERELA, Maks, DE LUIS, Martin. Common climatic signals affecting oak tree-ring growth in SE Central Europe 2007. Trees, ISSN 0931-1890, 2014, str.[COBISS.SI-ID 2171785]</p> <p>PRISLAN, Peter, GRIČAR, Jožica, DE LUIS, Martin, SMITH, Kevin T., ČUFAR, Katarina. Phenological variation in xylem and phloem formation in <i>Fagus sylvatica</i> from two contrasting sites. Agricultural and forest meteorology, ISSN 0168-1923. [Print ed.], 2013, vol. 180, no. oct., str. 142-151. [COBISS.SI-ID 2115465]</p> <p>ROSSI, Sergio, ČUFAR, Katarina, GRIČAR, Jožica, PRISLAN, Peter, et al. A meta-analysis of cambiumphenology and growth : linear and non-linear patterns in conifers of the northern hemisphere. Annals of Botany, ISSN 0305-7364, 2013, vol. &lt;v tisku&gt;, no. &lt;v tisku&gt;, str. &lt;v tisku&gt;, ilustr. [COBISS.SI-ID 3728806]</p> <p>DE LUIS, Martin, ČUFAR, Katarina, DI FILIPPO, Alfredo, NOVAK, Klemen, et al. Plasticity in dendroclimatic response across the distribution range of aleppo pine (<i>Pinus halepensis</i>). PloS one, ISSN 1932-6203, 2013, vol. 8, no. 12, str. 1-13, [COBISS.SI-ID 2171273]</p>
Objavljeno v	Elsevier; Agricultural and forest meteorology; 2013; Vol. 180, no. oct.; str. 142-151; Impact Factor: 3.894;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.212; A": 1;A': 1; WoS: AM, KA, QQ; Avtorji / Authors: Prislan Peter, Gričar Jožica, De Luis Martin, Smith Kevin T., Čufar Katarina	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3. COBISS ID	1655177	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Nov postopek modifikacije lesa



		ANG	Nowel method of wood modification
Opis	SLO		<p>Nizko gostotni hibridni topol smo s postopkom viskoelastične toplotne zgostitve (VTC) modificirali in dosegli 63%, 98% in 132% stopnjo zgostitve. Proučili smo morfološke lastnosti in porazdelitev gostote VTC lesa. Rezultati so pokazali, da se je morfologija VTC lesa spremenila sorazmerno s stopnjo zgostitve. Celice lesa so bile deformirane v smeri zgostitve, brez loma. Višja je stopnja zgostitve, večje je zmanjšanje volumna lumnov trahej in vlaken. Zaradi odličnih fizikalnih in mehanskih lastnosti ima VTC les veliko možnosti za širšo uporabo v industriji lesnih kompozitov.</p> <p>Poleg tega članka so bili na to temo objavljeni še:  KUTNAR, Andreja, HUMAR, Miha, KAMKE, Frederick A., ŠERNEK, Milan. Fungal decay of viscoelastic thermal compressed (VTC) wood. Holz als Roh- und Werkstoff, ISSN 0018-3768. [Print ed.], 2011, vol. 69, no. 2, str. 325-328, doi: 10.1007/s00107-010-0432-z. [COBISS.SI-ID 1024255060]</p> <p>LESAR, Boštjan, HUMAR, Miha, KAMKE, Frederick A., KUTNAR, Andreja. Influence of the thermo-hydro-mechanical treatments of wood on the performance against wood-degrading fungi. Wood Science and Technology, ISSN 0043-7719, 2013, vol. 47, iss. 5, str. 977-992, doi: 10.1007/s00226-013-0553-8. [COBISS.SI-ID 1024510548]</p> <p>RAUTKARI, Lauri, LAINE, Kristiina, KUTNAR, Andreja, MEDVED, Sergej, HUGHES, Mark. Hardness and density profile of surface densified and thermally modified Scots pine in relation to degree of densification. Journal of Materials Science, ISSN 0022-2461, 2013, vol. 48, no. 6, str. 2370-2375, doi: 10.1007/s10853-012-7019-5. [COBISS.SI-ID 1024475220]</p> <p>UGOVŠEK, Aleš, KAMKE, Frederick A., ŠERNEK, Milan, PAVLIČ, Matjaž, KUTNAR, Andreja. The wettability and bonding performance of densified VTC beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) and Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) bonded with phenol-formaldehyde adhesive and liquefied wood. Holz als Roh- und Werkstoff, ISSN 0018-3768. [Print ed.], 2013, vol. 71, no. 3, str. 371-379, doi: 10.1007/s00107-013-0669-4. [COBISS.SI-ID 1024488788],</p>
		ANG	<p>Low-density hybrid poplar was densified with viscoelastic thermal compression (VTC) process to achieve 63 %, 98 % and 132 % degree of densification. The morphology and density profile of the VTC specimens were studied. Microscopic observation revealed that the deformations in the VTC wood were mostly the result of the viscous buckling of cell walls without fracture. The volume of the void areas in the specimens decreased with the degree of densification. It was confirmed that low-density wood species modified by VTC can be successfully used for the production of wood-based composites.</p> <p>Besides this manuscript there were some other manuscripts published on the same topic as well:  KUTNAR, Andreja, HUMAR, Miha, KAMKE, Frederick A., ŠERNEK, Milan. Fungal decay of viscoelastic thermal compressed (VTC) wood. Holz als Roh- und Werkstoff, ISSN 0018-3768. [Print ed.], 2011, vol. 69, no. 2, str. 325-328, doi: 10.1007/s00107-010-0432-z. [COBISS.SI-ID 1024255060]</p> <p>LESAR, Boštjan, HUMAR, Miha, KAMKE, Frederick A., KUTNAR, Andreja. Influence of the thermo-hydro-mechanical treatments of wood on the performance against wood-degrading fungi. Wood Science and Technology, ISSN 0043-7719, 2013, vol. 47, iss. 5, str. 977-992, doi: 10.1007/s00226-013-0553-8. [COBISS.SI-ID 1024510548]</p>

		<p>RAUTKARI, Lauri, LAINE, Kristiina, KUTNAR, Andreja, MEDVED, Sergej, HUGHES, Mark. Hardness and density profile of surface densified and thermally modified Scots pine in relation to degree of densification. <i>Journal of Materials Science</i>, ISSN 0022-2461, 2013, vol. 48, no. 6, str. 2370-2375, doi: 10.1007/s10853-012-7019-5. [COBISS.SI-ID 1024475220]</p> <p>UGOVŠEK, Aleš, KAMKE, Frederick A., ŠERNEK, Milan, PAVLIČ, Matjaž, KUTNAR, Andreja. The wettability and bonding performance of densified VTC beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) and Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) bonded with phenol-formaldehyde adhesive and liquefied wood. <i>Holz als Roh- und Werkstoff</i>, ISSN 0018-3768. [Print ed.], 2013, vol. 71, no. 3, str. 371-379, doi: 10.1007/s00107-013-0669-4. [COBISS.SI-ID 1024488788],</p>
	Objavljeno v	Springer; <i>Wood Science and Technology</i> ; 2009; Vol. 43, no. 1/2; str. 57-68; Impact Factor: 1.737; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.679; A": 1; A': 1; WoS: KA, PJ; Avtorji / Authors: Kutnar Andreja, Kamke Frederick A., Šernek Milan
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	2134665 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Ocena selektivnosti metod ekstrakcije za pridobivanje polifenolov iz borovine</p> <p><i>ANG</i> Evaluation of selective extraction methods for recovery of polyphenols from pine</p>
	Opis	<p>Raziskava o možnostih industrijske proizvodnje pinosilvinov in NTG iz grč borov za uporabo v prehrani je razkrila obetavne zaključke. Sestava ekstraktivov je bila določena s GC, GCMS, HP-SEC. Najpomembnejše spojine v lesu borovih grč so pinosilvin, pinosilvin monometileter in nortrahelogenin (NTG), njihova količina pa variira od vzorca do vzorca. Zaporedna ekstrakcija z nepolarnim topilom, ki v prvi fazi odstrani lipofilne ekstrakte, je bil najbolj učinkovit postopek za pridobivanje pinosilvinov in NTG. Za dodatke k hrani, pa je bil dober postopek ekstrakcija z vročo vodo in 85% etanolom.</p> <p>Poleg tega članka so bili na to temo objavljeni še:  VEK, Viljem, OVEN, Primož, POLJANŠEK, Ida. Content of total phenols in red heart and wound-associated wood in beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) = Sadržaj ukupnih fenola u crvenom srcu i ranjenom dijelu drva bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.). <i>Drvna industrija</i>, ISSN 0012-6772, 2013, let. 64, št. 1, str. 25-32. [COBISS.SI-ID 2091657]</p> <p>VEK, Viljem, OVEN, Primož, POLJANŠEK, Ida. Quantitative HPLC analysis of catechin in wound-associated wood and knots of beech = Kvantitativna HPLC analiza katehina u ranjenom dijelu i kvrgama bukova drva. <i>Drvna industrija</i>, ISSN 0012-6772, 2013, let. 64, št. 3, str. 231-238. [COBISS.SI-ID 2138249]</p> <p>VEK, Viljem, OVEN, Primož, HUMAR, Miha. Phenolic extractives of wound-associated wood of beech and their fungicidal effect. <i>International biodeterioration &amp; biodegradation</i>, ISSN 0964-8305. [Print ed.], 2013, vol. 77, no. 2, str. 91-97. [COBISS.SI-ID 2079369]</p> <p>The research on the industrial production of pinosylvins and NTG from knots of pines showed applicable conclusions. The composition of the extracts was determined by GC, GCMS, HP-SEC. The main phenolic compounds are the stilbenes pinosylvin and its monomethyl ether and the lignan nortrachelogenin (NTG), and their amounts vary a lot from sample to sample. The sequential extraction with a nonpolar solvent as a first step for removing the lipophilic compounds was the most efficient approach for the</p>

		<p>recovery of both pinosylvins and NTG. For food applications, hot water and 85% aqueous ethanol were good solvents for the production of the substances in focus.</p> <p>Besides this manuscript there were some other manuscripts published on the same topic as well:  VEK, Viljem, OVEN, Primož, POLJANŠEK, Ida. Content of total phenols in red heart and wound-associated wood in beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) = Sadržaj ukupnih fenola u crvenom srcu i ranjenom dijelu drva bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.). <i>Drvna industrija</i>, ISSN 0012-6772, 2013, let. 64, št. 1, str. 25-32. [COBISS.SI-ID 2091657]</p> <p>VEK, Viljem, OVEN, Primož, POLJANŠEK, Ida. Quantitative HPLC analysis of catechin in wound-associated wood and knots of beech = Kvantitativna HPLC analiza katehina u ranjenom dijelu i kvrgama bukova drva. <i>Drvna industrija</i>, ISSN 0012-6772, 2013, let. 64, št. 3, str. 231-238. [COBISS.SI-ID 2138249]</p> <p>VEK, Viljem, OVEN, Primož, HUMAR, Miha. Phenolic extractives of wound-associated wood of beech and their fungicidal effect. <i>International biodeterioration &amp; biodegradation</i>, ISSN 0964-8305. [Print ed.], 2013, vol. 77, no. 2, str. 91-97. [COBISS.SI-ID 2079369]</p>
	Objavljeno v	Technischer Verlag Herbert Cram; <i>Holzforschung</i> ; 2013; Vol. 67, no. 8; str. 843-851; Impact Factor: 2.339; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.853; A'': 1; A': 1; WoS: KA, PJ; Avtorji / Authors: Fang Wenwen, Hemming Jarl, Reunanen Markku, Eklund Patrik, Pineiro Enma Conde, Poljanšek Ida, Oven Primož, Willför Stefan
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	1914761 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Obdelava lesa z voski upočasnjuje fotodegradacijo</p> <p><i>ANG</i> Wax treatment of wood slows photodegradation</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Predvidevali smo, da lahko obdelava lesa z voski zmanjša vpijanje vodi in posledično upočasnjuje procese fotodegradacije. Da bi hipotezo preverili, so bili vzorci iz smrekovega lesa vakuumsko impregnirani s tremi vrstami emulzij voskov. Vzorci so bili izpostavljeni umetnemu pospešenemu staranju (UPS). Pred UPS in po njem so bile izmerjene naslednje lastnosti: barva, kontaktni kot vode in navzem vlage. Kemijske in morfološke posledice staranja na površinah lesa so bile proučene z FT-IR in z vrstično elektronsko mikroskopijo. Med vsemi voski se je najbolje izkazal montanski vosek.</p> <p><i>ANG</i> Waxes and wax emulsions are one of the most important solutions for non-biocidal wood protection. Wax treated wood is designed for outdoor use, therefore it is of considerable importance to elucidate the influence of weathering on the photodegradation processes. It is presumed, that wax treatment will reduce water uptake and thus reduce or slow down photodegradation processes. In order to test this hypothesis, three types of wax emulsions at two different concentrations were vacuum impregnated into Norway spruce wood specimens: an emulsion of montan wax (LGE), an emulsion of polyethylene (WE1) and an emulsion of oxidized polyethylene (WE6) wax. The samples were exposed to artificial accelerated weathering (AAW) for 500 cycles. Before and after AAW colour, the contact angle of water and moisture content were determined. Chemical and morphological changes at exposed surfaces were also investigated with FTIR spectroscopy and SEM. In parallel, the uptake of wax emulsions and water into the axial surfaces of samples was determined with a tensiometer. The moisture</p>

		content measurements showed that the best hydrophobic effect was achieved with LGE treated wood, where the lowest colour and FTIR changes were observed as well. These results were supported by tensiometer measurements as well. Presented data clearly showed that high loadings of waxes reduce or at least slow down weathering. Among tested waxes, montan wax was found the most effective.
Objavljeno v		Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2011; Vol. 96, no. 7; str. 1271-1278; Impact Factor: 2.769; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: UY; Avtorji / Authors: Lesar Boštjan, Pavlič Matjaž, Petrič Marko, Sever Škapin Andrijana, Humar Miha
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

### 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	261320192 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Izhodišča za prestrukturiranje slovenske lesnopredelovalne industrije
		ANG Background for recon-structuring of Slovenian wood processing industry
	Opis	<p>SLO Les je najpomembnejša naravno obnovljiva surovina v Sloveniji. Vrsto let (stoletij) smo jo Slovenci znali dobro oplemenititi, zato se je v obdobju po drugi svetovni vojni močno razvila lesarska industrija. V zadnjem obdobju je lesnopredelovalna industrija zašla v težave. Razlogov za to je več. Najpomembnejši so apreciacija tolarja (lesnopredelovalna industrija je izrazit izvoznik), naraščanje cen surovin, delovna intenzivnost, zaprtje razvojni oddelkov v devetdesetih letih prejšnjega stoletja... Kljub vsemu ocenjujemo, da je lesna industrija zaradi domače surovine, izkušenj, znanja, bližine trgov... sposobna in potrebna prestrukturiranja. V okviru tega projekta smo zato združili moči vsi, ki se na kakršnikoli način ukvarjamo z lesom v Sloveniji, z namenom pripraviti čim boljše izhodišča za prestrukturiranje lesno predelovalne industrije. Pripravili smo Strategijo prestrukturiranja lesne industrije in se aktivno vključili v pripravo Akcijskega načrta.</p> <p>ANG Wood is the most important natural renewable raw material in Slovenia. For many years (centuries) we know how to add value to this material, and particularly in the period after World War II woodworking industry was highly developed and was one of the most important industries in the country. In recent years, the wood processing industry is experiencing difficulties. There are several reasons for this. The most important are an appreciation of the Slovenian currency (wood processing industry is a prominent exporter), rising of the raw material prices, labour intensity, the closure of the development departments in the nineties in the industry ... However, we believe that the timber industry needed restructuring and there are several opportunities for regrowth: domestic raw materials, experience, knowledge, proximity of the developed markets and capacity in the industry. Within this project, forces of all stakeholders were joined, in order to prepare the best possible platform for the restructuring of the wood processing industry. We have prepared a strategy of restructuring the timber industry and the project members were actively involved in preparing the Action Plan as well.</p>
	Šifra	F.30 Strokovna ocena stanja
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; 2012; 35 f.; Avtorji / Authors: Humar Miha, Krajnc Nike, Kropivšek Jože, Kutnar Andreja, Likar Bernard,

		Piškur Mitja, Milavec Igor, Tavzes Črtomir	
	Tipologija	2.02 Strokovna monografija	
2.	COBISS ID	33418285	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Datiranje koliščarskih naselbin, s katerimi se zaključuje bakrena doba in poselitev na Ljubljanskem barju in v širši okolici
		ANG	Dating of prehistoric pile dwellings which denote the end of copper age and the end of settlement at Ljubljansko barje, Slovenia
	Opis	SLO	Raziskave lesa na štirih koliščarskih naselbinah z Ljubljanskega barja, so omogočile natančno datiranje naselbin Založnica in Črni graben, po arheoloških najdbah pa še novo odkritega kolišča Dušanovo. Naselbine so pomembne ker so živele ob zaključku bakrene dobe, kar dopolnjuje naše znanje o poselitvi Ljubljanskega barja in širše okolice v tem času. Rezultati so mednarodno še posebej zanimivi odkar so bila kolišča uvrščena na UNESCO seznam kulturne dediščine in ker predstavljajo izziv za nove preverbe datacij ostankov številnih naselbin iz Podonavja.
		ANG	Investigations of wood from four settlements at Ljubljansko barje enabled us to date Založnica and Črni graben. The age of Dušanovo was estimated based on other artefacts. The settlements lived at the end of copper age. The results will improve our knowledge on settlement at Ljubljansko barje and in wider surroundings at that time. The results are of great international interest because Ljubljansko barje settlements are on the UNESCO list of cultural heritage. The results also represent a challenge to re-evaluate the dating of numerous settlements from the wider Danube area.
	Šifra	F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Objavljeno v	Slovenska akademija znanosti in umetnosti; Znanstvenoraziskovalni center SAZU; Arheološki vestnik; 2011; 62; str. 51-82; A": 1; A': 1; Avtorji / Authors: Velušček Anton, Toškan Borut, Čufar Katarina	
		ČUFAR, Katarina, MERELA, Maks, ERIČ, Miran. A Roman barge in the Ljubljanica river (Slovenia) : wood identification, dendrochronological dating and wood preservation research. Journal of archaeological science, ISSN 0305-4403, 2014, vol. 44, no. 1, str. 128-135. [COBISS.SI-ID 2189193]	
		ČUFAR, Katarina, STRGAR, Dušan, MERELA, Maks, BRUS, Robert. Les banove hiše v Artičah kot zgodovinski arhiv = Wood in the Ban's house at Artiče, Slovenia, as a historical archive. Acta silvae et ligni, ISSN 2335-3112. [Tiskana izd.], 2013, št. 101, str. 33-44, ilustr. [COBISS.SI-ID 3746982]	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	256254208	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Organizacija mednarodne znanstvene konference »Development trends in economics and management in wood processing and furniture manufacturing«.
		ANG	Development trends in economics and management in wood processing and furniture manufacturing
		Delovna skupina je od 8. do 10. junija 2011 v Kozini, pod okriljem mednarodne asociacije WoodEMA, organizirala mednarodno znanstveno konferenco z naslovom »Development trends in economics and management in wood processing and furniture manufacturing«. Konference se je udeležilo preko 40 znanstvenikov iz več kot desetih držav. Izdan je bil	

Opis	SLO	<p>tudi zbornik referatov. V tridnevnem programu je, poleg predstavitve znanstvenih prispevkov in volilne skupščine asociacije, bila izvedena tudi strokovna ekskurzija v podjetje Brest Pohištvo v Cerknici.</p> <p>Gozd in les - izjemni znanstveni dosežki in učinki : znanstveno srečanje V okviru znanstvenega srečanja Gozd in les sva Miha Humar in Hojka Kraigher že tretjič soorganizirala znanstveno prireditev, na kateri so mlajši raziskovalci s področja Gozdarstva, lesarstva in papirništva predstavili znanstvene dosežke širši zainteresirani javnosti.</p> <p>Srečanje je bilo organizirano v letih: 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 in 2014.</p> <p>Organizacija konference o modifikaciji lesa: The Sixth European Conference on Wood Modification, Ljubljana, Slovenia, 17-18 September 2012, JONES, Dennis (urednik), MILITZ, Holger (urednik), PETRIČ, Marko (urednik), POHLEVEN, Franc (urednik), HUMAR, Miha (urednik), PAVLIČ, Matjaž (urednik). Proceedings. Ljubljana: Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology, 2012. 1 USB ključ, barve. ISBN 978-961-6144-35-3. [COBISS.SI-ID 263155456]</p>	
	ANG	<p>The working group was from 8 to 10 June 2011 in Kozina, under the auspices of the International Association WoodEMA, organized an international scientific conference entitled »Development trends in economics and management in wood processing and furniture manufacturing«. The conference was attended by 40 scientists from more than 10 countries. It was also issued a Proceedings. The three-day program, in addition to the presentation of scientific papers and electoral associations Assembly, was also included excursion to the Brest Furniture company in Cerknica.</p> <p>Forest and wood - Significant scientific achievements In the frame of the Scientific meeting Fores and wood, Miha Humar and Hojka Kraigher co organised scientific conference, where young researchers present their attachments to scientific community. Meeting was organised in the years: 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 and 2014.</p> <p>Organisation of the European Wood modification conference: The Sixth European Conference on Wood Modification, Ljubljana, Slovenia, 17-18 September 2012, JONES, Dennis (urednik), MILITZ, Holger (urednik), PETRIČ, Marko (urednik), POHLEVEN, Franc (urednik), HUMAR, Miha (urednik), PAVLIČ, Matjaž (urednik). Proceedings. Ljubljana: Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology, 2012. 1 USB ključ, barve. ISBN 978-961-6144-35-3. [COBISS.SI-ID 263155456]</p>	
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja		
Objavljeno v	<p>International Associations for Economics and Management in Wood Processing and Furniture Manufacturing - WoodEMA; Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology; 2011; VI, 234 str.; Avtorji / Authors: Jošt Matej</p> <p>Zveza lesarjev Slovenije; 2009-2014; 600 str.; Avtorji / Authors: Humar Miha and Hojka Kraigher</p>		
Tipologija	2.30 Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci		
4.	COBISS ID	34942720	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Področno uredništvo in članstvo uredniškega odbora znane mednarodne znanstvene revije Journal of adhesion science and technology

		ANG	Editorship and the member of editorial board of the Journal of Adhesion Science and Technology
Opis		SLO	<p>Milan Šernek je bil na osnovi objav o utekočinjenem lesu in o lepljenju lesa imenovan za področnega urednika in člana uredniškega odbora znane mednarodne znanstvene revije Journal of adhesion science and technology, ki je indeksirana v SCI in ima faktor vpliva.</p> <p>V letu 2012 je Marko Petrič postal član uredniškega odbora ugledne mednarodne revije Journal of Adhesions Science and Tehnology, kar pomeni priznanje za njegovo dotedanje delo in delo vseh članov programske skupine.</p> <p>Les. Humar, Miha (odgovorni urednik 2009-, 2010-), Kitek Kuzman, Manja (član uredniškega odbora 2009-), Kričej, Borut (član uredniškega odbora 2008-), Oven, Primož (član uredniškega odbora 2009-), Petrič, Marko (član uredniškega odbora 2006-), Šernek, Milan (član uredniškega odbora 2009-). Ljubljana: Zveza lesarjev Slovenije: GZS, Združenje lesarstva, 1949-. ISSN 0024-1067.</p>
		ANG	<p>Milan Šernek was appointed based on the publications about liquefied wood and gluing of wood as the editor and the member of editorial board of the Journal of Adhesion Science and Technology, which is known international scientific journal, indexed by SCI and has the impact factor.</p> <p>In 2012, Marko Petrič became the member of the Editorial Board of the Journal of Adhesion Science and Technology, what is a recognition for his work and activities of all member of the research programme group.</p> <p>Les-Wood. Humar, Miha (editor 2009-, 2010-), Kitek Kuzman, Manja (member of editorial board 2009-), Kričej, Borut (member of editorial board 2008-), Oven, Primož (member of editorial board 2009-), Petrič, Marko (member of editorial board 2006-), Šernek, Milan (member of editorial board 2009-). Ljubljana: Zveza lesarjev Slovenije: GZS, Združenje lesarstva, 1949-. ISSN 0024-1067.</p>
Šifra	C.06		Članstvo v uredniškem odboru
Objavljeno v	<p>Journal of adhesion science and technology. Milan, Šernek (področni urednik 2013, član uredniškega odbora 2013). Zeist: VSP. ISSN 01694243</p> <p>Petrič, Marko: Journal of adhesion science and technology: (član uredniškega odbora 2012-2013). Zeist: VSP. ISSN 01694243. [COBISS.SI-ID 34942720]</p> <p><a href="http://www.zls-zveza.si/Revija/Arhiv.htm">http://www.zls-zveza.si/Revija/Arhiv.htm</a></p>		
Tipologija	4.00		Sekundarno avtorstvo
5.	COBISS ID	253403648	Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Prenos izsledkov raziskav v lesno predelovalna podjetja	
	ANG	Transfer of knowledge to the wood industry sector	
Opis	SLO	Z zgoraj navedenimi obsežnimi navodili za prilagoditev proizvodnje zahtevam zakonodaje o zmanjšanju emisij HOS, ki so bili pripravljena z domačimi in tujimi soavtorji, smo zaposlenim v lesarskih podjetij omogočili pridobitev dodatnega znanja za prenos najnovejših izsledkov na področju tematike onesnaževanja okolja s HOS oz. za zmanjšanje onesnaževanja v proizvodnjo.	
	ANG	The extensive guidelines that are mentioned above were prepared in close collaboration with national and international experts from the related field. The extensive guidelines allow employees in the wood sector to become	

		familiar with the latest findings on ways to decrease VOC emissions.
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Objavljeno v	SWABODA, Christiane, PETRIČ, Marko, NTALOS, George, SOCRATOUS, Michalis, LIKAR, Bernard. Guidelines on implementation of VOC Solvents Emissions Directive (1999/13/EC). 1. izd. Ljubljana: GZS - Združenje lesne in pohištvene industrije, 2010. ISBN 978-961-6666-47-3. <a href="http://www.sloles.com/VOClessWOOD/VOClessWOOD_GUIDELINES-PUB.pdf">http://www.sloles.com/VOClessWOOD/VOClessWOOD_GUIDELINES-PUB.pdf</a> .	
Tipologija	2.02	Strokovna monografija

## 8. Drugi pomembni rezultati programske skupine<sup>2</sup>

Miha Humar je skupaj s sodelavci predlagal inovacijo na 9 forum inovacij. Komisija je ocenila, da je super hidrofober les, ki ga dobimo s kombinacijo termične modifikacije in obdelave z voski najboljša inovacija iz razvojno raziskovalne organizacije v letu 2014.

Doktorat Nejca Thaler, je prejel Jesenkovo nagrado za najboljši doktorat v letu 2014 na Biotehniški fakulti. To je velika čast za doktoranda in celotno programsko skupino.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>3</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

S programom šrimo osnovno znanje o lesu ter postavljamo izhodišča za nadaljnje raziskovalno-razvojno delo na tem področju. Na področju lesarstva smo z znanstvenega vidika na novo osvetlili procese, ki v svetovnem merilu še niso (dovolj) raziskani.

Rezultate raziskav smo objavljali v vodilnih revijah s področja lesarstva in s tem prispevali svoj del k vedenju o lesu. Poleg tega pa smo zaradi interdisciplinarnosti lesarstva, z objavami posegali tudi na druga področja. Z objavljanjem v domačih revijah, smo znanje prenašali tudi domači javnosti in s tem skrbeli za razvoj slovenske terminologije.

Objave v uglednih revijah so nam omogočile, da smo predstavniki PS urejali revije in bili člani uglednih uredniških odborov International biodegradation and biodeterioration (Pohleven, Humar), Wood research (Humar), Wood industry (Gorišek, Petrič, Čufar), Dynamic relationships management journal (Kropivšek), Journal of adhesion science and technology (Petrič, Šernek), Zbornik gozdarstva in lesarstva (Oven, Medved), Les (Oven, Petrič, Šernek, Humar), The open environmental engineering journal (Humar).

Študij mehanizmov in poteka kolonizacije lesa obdelanega z različnimi biocidnimi in nebiocidnimi pripravki in tako izboljšali razumevanje glivnega razkroja. Rezultate predhodnih laboratorijskih testov smo primerjali z dejanskimi razmerami in na podlagi povratnih informacij izboljšali zanesljivost laboratorijskih testov.

Nova znanja s področja lepil, lignoceluloznih kompozitov in gradnje z lesom. Poznavanje tehnologij za lepljenje, spajanje in proizvodnjo kompozitov. Razumevanje adhezije pri lepljenju lignoceluloznih materialov z drugimi materiali ter z novimi lepili. Poznavanje fizikalnih in mehanskih lastnosti lignoceluloznih kompozitov.

Usposabljanje in izobraževanje v lesnih podjetjih zagotavlja kompetence zaposlenih za opravljanje del, kar posledično vodi do njihove večje motiviranosti ter večje učinkovitosti in



kakovosti opravljanja del. To je pogoj za inovativnost pri razvoju podjetja (in panoge), iskanje novih, boljših rešitev in povečevanje konkurenčnosti, kar odpira možnosti za širitev in dodatno zaposlovanje.

Delo na projektu je poglobilo mednarodno znanstveno sodelovanje projektne skupine poleg tega smo vzpostavili tudi nove mednarodne povezave. Z raziskavami na tem programu smo vključeni v več COST projektov.

ANG

With proposed program basic knowledge in wood science will be broaden, and new basis for continuous work on this field will be prepared.

Results was published in leading journals from the field of wood science and thereof contribute to the human knowledge about wood. Due to interdisciplinary nature, was publish in other fields as well. Certain part was be published in Slovenian language, to ensure transfer to experts and to ensure development of Slovenian terminology.

Publications enabled programme group to continue editing of some Journals or to remain their position as members of editorial board International biodegradation and biodeterioration (Pohleven, Humar), Wood resarch (Humar), Wood industry (Gorišek, Petrič, Čufar), Dynamic relationships management journal (Kropivšek), Journal of adhesion science and technology (Petrič, Šernek), Acta silvae et ligni (Oven, Medved), Les (Oven, Petrič, Šernek, Humar), The open environmental engineering journal (Humar).

Studying the interactions between wood and chemicals used broaden knowledge of the chemistry of preservative solutions and wood, as well as their interactions.

The development and/or optimisation of the experimental and instrumental methods significantly enhanced the ability to use several methods in science of lignocellulosic materials.

New knowledge in the field of adhesives, lignocellulosic composites and building with wood. Knowledge about techniques for bonding, joining and manufacturing of composites. Understanding adhesion when bonding lignocellulosic materials with other materials, and in case when the new adhesives are used.

Training and education in the wood companies provide employee competencies to perform the work, which in turn leads to their increased motivation and greater efficiency and quality of the work. This is a prerequisite for innovation in the development of the companies, the search for new and better solutions and increase competitiveness, which opens opportunities for further expansion and employment.

Research in the framework of the proposed programme strengthen scientific international and national collaboration in the field of wood science.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Večina raziskovalcev v PS je habilitiranih univerzitetnih učiteljev, ki sodeluje v pedagoškem procesu in nova spoznanja prenaša na nov rod strokovnjakov. Prenos novih znanj bo obogatil učne programe na akademskem nivoju. Izboljšanje izobraženosti prebivalstva.

Boljše načrtovanju ukrepov za zmanjševanje škod v slovenskih gozdovih zaradi ujm, ter večja in bolj optimalna raba lesa.

Razširili smo program inovativnih proizvajalcev lesnih premazov (npr. Chemcolor, Silvaprodukt) in lesnih izdelkov. Proizvajalci z ustreznimi proizvodnimi pogoji (npr. Tanin) so lahko začeli z izdelavo trajnostnih premazov iz utekočinjenega lesa (konkurenčnost, nova delovna mesta, trajnostni razvoj regij).

Nove tehnologije spajanja in lepljenja omogočajo proizvodnjo novih lignoceluloznih kompozitov, polproizvodov, sklopov izdelkov in celovitih rešitev na področju sonaravne gradnje. Obogateni z novim znanjem in spoznanji smo lahko razvili nove tehnologije za proizvode, s katerimi bo mogoče prodreti na nova tržišča; ustanoviti nova podjetja; zagotovili nova delovna mesta in razvoj; zmanjšali okoljsko obremenjenost s strupenimi snovmi; zmanjšali tveganja in obolenja pri delu, ter ekonomsko smotrno izkoriščali najrazličnejše naravne ostanke iz proizvodnje ter reciklirali obstoječe lignocelulozene kompozite.

Izboljšali smo toplotno izolativnost proizvodov in zgradb in tako pozitivno vplivali na ekonomski in okoljski vidik.

Na podlagi indikatorjev razvitih v okviru tega programa, smo lahko predvideli okvirno življenjsko dobo, cikluse vzdrževanj za izbrane izdelke, kar bo omogočilo uporabo impregniranega lesa tudi v namene, kjer se do sedaj ni uporabljal (npr. javne stavbe, večstanovanjski objekti).

Podatke o predvidenem življenjski dobi naravno odpornega lesa, bodo koristila tudi ostalim podjetjem, ki se ukvarjajo z lesno gradnjo. S tem bomo povečali koriščenje domače surovine, katere obdelava je energetske nepotratna in po drugi strani zmanjšali zanesljivost preskrbe s surovinami in energijo.

Predlagane raziskave obetajo obeta dosego znanstvene odličnosti in razvoj novih industrij, ki bodo temeljile na inovativnih in dragocenih proizvodih iz lesne biomase. Tak pristop zagotavlja pomemben razvoj celotne gozdno-lesne-papirniške verige.

Usposabljanje in izobraževanje v lesnih podjetjih zagotavlja kompetence zaposlenih za opravljanje del, kar posledično vodi do njihove večje motiviranosti ter večje učinkovitosti in kakovosti opravljanja del. To je pogoj za inovativnost pri razvoju podjetja (in panoge), iskanje novih, boljših rešitev in povečevanje konkurenčnosti, kar odpira možnosti za širitev in dodatno zaposlovanje.

Večina slovenske kulturno-zgodovinske dediščine v Sloveniji je lesene ali vsaj povezane z lesom. Ta dediščina je ogrožena zaradi slabega vzdrževanja, biotskih in abiotskih dejavnikov razgradnje... V kolikor jo želimo ohraniti zanamcem, moramo uporabiti vse znanje in dostopne tehnike, ki bodo razvite tudi v okviru te PS.

V Sloveniji imamo veliko lesene infrastrukture (telekomunikacijski drogovi, železniški pragovi, mostovi, les za zaščito brežin...), ki potrebuje učinkovito in zanesljivo zaščito. Zbrani podatki bodo omogočili skrbnejše načrtovanje življenjske dobe in vzdrževanja vodov.

ANG

The major part of Slovenian culture-historical heritage is made or based on wood. This heritage is endangered due to insufficient maintaining and several biotic and abiotic decay factors. In order to keep this heritage for latercomers, all knowledge needs to be used. Significant part of this knowledge was and will be developed in the frame of this programme.

Improved measures to reduce damage in Slovenian forests due to storms, and more optimal use of wood.

Development of the moisture based indicators will enable prediction of service life and maintenance intervals for selected materials, which will enable use of these materials for purposes for which they have not previously been used, due to the lack of knowledge.

Predictive service life data will be useful for other companies involved in wooden construction. This will increase the consumption of domestic wood, which does not require much energy for

machining, and will decrease dependency on imported material and energy in Slovenia.

Programme of innovative producers of wood coatings and products will be wider (e.g. Chemcolor, Silvaprodukt). Producers with relevant production conditions (e.g. Tanin) will be able to start with a production of sustainable liquefied wood based coatings (competitiveness, new jobs, sustainable development of Slovenian regions. New knowledge will enrich the academic study programmes.

Proposed research will result in scientific excellence and in development of new industries, which will be grounded on innovative and high value added products from biomass. This approach guarantees development of entire forest-wood-paper chain.

New technologies of joining and bonding will enable the production of new lignocellulosic composites products, elements and complete solutions in the field of sustainable construction. New knowledge will allow us to be able to develop new technologies for new products with which it will be possible to penetrate new markets; to set up new businesses; provide jobs and development; reduce the environmental burden of toxic substances; reduce the risks and diseases at work, as well as economically rational utilization of a variety of natural residues from the manufacture and recycling of existing lignocellulose composites.

The thermal insulation of products and buildings will be improved, what will result in more sustainable consumption of energy.

There are two cubic meters of carbon dioxide stored in each cubic meter of wood. If more wood will be utilised for wooden products or constructions, more CO<sub>2</sub> will be stored in wood.

Training and education in the wood companies provide employee competencies to perform the work, which in turn leads to their increased motivation and greater efficiency and quality of the work. This is a prerequisite for innovation in the development of the companies (and sector), the search for new and better solutions and increase competitiveness, which opens opportunities for further expansion and employment.

Wood is an important source for infrastructure, too (poles, railway ties, bridges, noise barriers,...). This infrastructure requires reliable protection. The collected data will enable us to predict maintenance intervals and replacement times more accurately.

## 10. Zaključna mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014<sup>11</sup>

### 10.1. Diplome<sup>12</sup>

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	
bolonjski program - II. stopnja	
univerzitetni (stari) program	

### 10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti<sup>13</sup>

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
32016	Aleš Ugovšek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31988	Ajda Ulčnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30758	Viljem Vek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30844	Nataša Čuk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31370	Uroš Firšt	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

29428	Peter Prislan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29019	Tomaž Kušar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28503	Boštjan Lesar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26539	Iztok Vidic	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18149	Aleš Straže	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
20386	Matjaž Pavlič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29227	Mirko Kariž	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
24295	Matej Jošt	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25448	Barbara Piškur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27629	Andrej Gregori	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
6345	Janja Zule	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28502	Franc Budija	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27513	Tjaša Tolar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Feltrin Matjaž	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Mravljak Maks	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	David Hrastnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33176	Nejc Thaler	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda:

**Mag.** - Znanstveni magisterij**Dr.** - Doktorat znanosti**MR** - mladi raziskovalec**11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju<sup>14</sup>**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
32016	Aleš Ugovšek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
31988	Ajda Ulčnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo	
30758	Viljem Vek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
30844	Nataša Čuk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29428	Peter Prislan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
28503	Boštjan Lesar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
26539	Iztok Vidic	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	E - Tujina	
24295	Matej Jošt	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
25448	Barbara Piškur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
28502	Franc Budija	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
33176	Nejc Thaler	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

Legenda zaposlitev:

**A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi**B** - gospodarstvo**C** - javna uprava**D** - družbene dejavnosti

E - tujina  
F - drugo

**12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
26555	Matej Volk	A - raziskovalec/strokovnjak	30	
34151	Vesna Žepič	A - raziskovalec/strokovnjak	30	
34931	Pavel Pori	A - raziskovalec/strokovnjak	30	
0	Iva Ištok	C - študent - doktorand	3	
0	Miroslava Urbankova	C - študent - doktorand	3	
0	Edurne Martinez Castillo	C - študent - doktorand	3	
27629	Andrej Gregori	A - raziskovalec/strokovnjak	8	
0	Jan Tippner	B - uveljavljeni raziskovalec	3	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C - študent - doktorand iz tujine
- D - podoktorand iz tujine

**13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014<sup>15</sup>**

SLO

<p>Pinosylvins as novel BioactiveAgents for food applications: FP 7 WoodWisdom Era-Net. Primož Oven</p> <p>WoodWisdom-Net 2. Project »Bark valorisation into insulating foams and bioenergy« (BIOFOAMBARK), Milan Šernek</p> <p>WoodWisdom-Net 3. Projekt: »What We Wood Believe?« (W3B – Wood Believe), Manja Kitek Kuzman</p> <p>WoodWisdom-Net 3. Projekt: » Mobilisation and utilisation of recycled wood for lignocellulosic bio-refinery processes « (ReWoBioRef), Miha Humar</p> <p>ERA NET: CORNET II - Application of advanced wood coatings materials and techniques to meet the requirements of the EU VOC-directive (RTO-performer, leader Slovenian chamber of commerce); Financed by: EU- FP7, GZS (Slovenian Chamber of commerce)</p> <p>EU – South East Transnational Cooperation Programme: ID:wood – Clustering knowledge, Innovation and Design in the SEE Wood Sector (subcontractors of the Slovenian Chamber of Commerce –Marko Petrič, Milan Šernek, Manja Kitek Kuzman, Dominika Gornik Bučar)</p> <p>EU- FP 7 project: ECOVARN Water-borne Wood Coating (subcontractors of the Slovenian Chamber of Commerce –Marko Petrič, researcher)</p> <p>Development of higher education qualifications standards and study programs on the basis of CROQF for wood industry sector” (IPA4.1.3.1.06.01.c09) – Leon Oblak</p>
---

COST E49: Processes and performance of woodbased panels, Milan Šernek

COST E 53. Quality of wood and wood products, Željko Gorišek

COST FP 0804 Experimental and Computational Micro-Characterisation Techniques, Željko Gorišek

COST FP 0901: Analytical techniques for Biorafineries, Primož Oven

COST FP 0902 Wood Mechanics Thermo-Hydro-Mechanical Wood Behaviour and Processing, Željko Gorišek

COST FP1004: Enhance mechanical properties of timber, engineered wood products and timber structures, Milan Šernek

COST FP1005: Fibre suspension flow modelling - a key for innovation and competitiveness in the pulp & paper industry, Sergej Medved

COST FP1006: Bringing new functions to wood through surface modification, Sergej Medved in Marko Petrič

COST FP1105: Understanding wood cell wall structure, biopolymer interaction and composition: implications for current products and new materials. Primož Oven

COST FP1004: Enhance mechanical properties of timber, engineered wood products and timber structures, Miha Humar

COST FP1205: Innovative applications of regenerated wood cellulose fibres, Primož Oven

COST FP 1302 Wood Musick – research on wooden musical instruments: Katarina Čufar

COST: FP1303: Performance of biobased building materials. Miha Humar

COST: FP1306: Valorisation of lignocellulosic biomass side streams for sustainable production of chemicals, materials & fuels using low environmental impact technologies. Vodja: Primož Oven

COST FP 1106 STREESS - Studying Tree Responses to extreme Events: a SynthesiS, Katarina Čufar

**14.Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS<sup>16</sup>**

SLO

BI-US/1112041 Lepljenje viskoelastično toplotno zgoščenega lesa z okolju prijaznimi lepili, Bilateralni projekt med Slovenijo in ZDA, Milan Šernek

BI-US/12-13-002 Service life prediction of wood claddings and environmental impact, Miha Humar

Bi-Cro; Influence of drying process on discoloration of some comercial wood species, Željko Gorišek Bi-Cro; CEnhancing EU-competitiveness of Croatian wood flooring industry, Željko Gorišek

BI-Cro/09-10-020 Optimising of the modification methods and wood protection technologies for providing of Service life to wood, Franc Pohleven

BI-CN/09-11-012, Trees on the upper tree limit on Tibet plateau, cambial activity and influence of the clime Katarina ČufarHUMAR, Miha. Research activities in the Department of

wood science and technology at University of Ljubljana - Performance of wood treated with water repellents against wood decay fungi and wetting in laboratory and outdoor conditions : Kolloquium : Leibniz University Hannover, Institut für Berufswissenschaften im Bauwesen, 28. 6. 2012. Hannover: Leibniz University, 2012. [COBISS.SI-ID 2028681]

Slovensko francoski bilateralni projekt: Utekočinjanje lignocelulozne biomase za pripravo lepil, smol in površinskih premazov za obdelavo lesa, BI-FR/11-12, Marko Petrič

Katarina Čufar, ERASMUS teacher mobility, University Alicante 1.6.-10.6.2012

MU-PROM/12-029 Slovenia – Switzerland: Wooden building . Ecole Polytechnique federale de Lausanne, IBOIS, the laboratory for timber construction of the EPFL, Manja Kitek Kuzman

MU-PROM/12-028 Slovenia – Canada: Wooden mobile panels for sustainable building. Universite Laval Departement des sciences du bois et de la foret, Manja Kitek Kuzman

ELENA CGL2012-31668 - Eventos climáticos extremos: caracterización, variabilidad espacio-temporal e impacto en los sistemas naturales, Extreme climatical events: characterization, space-time variability and impact on natural systems, Ekstremni klimatski dogodki: karakterizacija, variabilnost v prostoru in času in vpliv na naravne sisteme, raziskovalni projekt Španija 2013-2015, Katarina Čufar

PEKID - Phytosanitary efficiency of kiln drying, Fitosanitarna učinkovitost sušenja v sušilnicah, EUPHRESCO Željko Gorišek

RC 31, Razvojni center kreativne pohištve industrije (sodelujoči raziskovalec, predstavnik ustanovitelja - UL); Financer: Ministrstvo za gospodarstvo

ANG

BI-US/1112041 Lepljenje viskoelastično toplotno zgoščenega lesa z okolju prijaznimi lepili, Bilateralni projekt med Slovenijo in ZDA, Milan Šernek

BI-US/12-13-002 Service life prediction of wood claddings and environmental impact, Miha Humar

Bi-Cro; Influence of drying process on discoloration of some comercial wood species, Željko Gorišek Bi-Cro; CEEnhancing EU-competitiveness of Croatian wood flooring industry, Željko Gorišek

BI-Cro/09-10-020 Optimising of the modification methods and wood protection technologies for providing of Service life to wood, Franc Pohleven

BI-CN/09-11-012, Trees on the upper tree limit on Tibet plateau, cambial activity and influence of the clime Katarina Čufar

HUMAR, Miha. Research activities in the Department of wood science and technology at University of Ljubljana - Performance of wood treated with water repellents against wood decay fungi and wetting in laboratory and outdoor conditions : Kolloquium : Leibniz University Hannover, Institut für Berufswissenschaften im Bauwesen, 28. 6. 2012. Hannover: Leibniz University, 2012. [COBISS.SI-ID 2028681]

BI-FR/11-12; Slovenian - French bilateral project: Liquefaction of lignocellulosic biomass for preparation of adhesives, resins and wood surface coatings, Marko Petrič

Katarina Čufar, ERASMUS teacher mobility, University Alicante 1.6.-10.6.2012

MU-PROM/12-029 Slovenia – Switzerland: Wooden building . Ecole Polytechnique federale de Lausanne, IBOIS, the laboratory for timber construction of the EPFL, Manja Kitek Kuzman

MU-PROM/12-028 Slovenia – Canada: Wooden mobile panels for sustainable building. Universite Laval Departement des sciences du bois et de la foret, Manja Kitek Kuzman

ELENA CGL2012-31668 - Eventos climáticos extremos: caracterización, variabilidad espacio-temporal e impacto en los sistemas naturales, Extreme climatical events: characterization, space-time variability and impact on natural systems, Ekstremni klimatski dogodki: karakterizacija, variabilnost v prostoru in času in vpliv na naravne sisteme, raziskovalni projekt Španija 2013-2015, Katarina Čufar

PEKID - Phytosanitary efficiency of kiln drying, Fitosanitarna učinkovitost sušenja v sušilnicah, EUPHRESCO Željko Gorišek

RC 31, Research Centre of the Creative Furniture Industry (Marko Petrič - researcher, representative of the co-founder - UL); Financed by: Ministry of economy

**15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)<sup>17</sup>**

SLO

V okviru te programske skupine smo razvili kar nekaj rešitev. Še posebe velja izpostaviti materiala, ki smo ju uspešno komercializirali in sta na voljo na mednarodnem trgu: toplotno modificiran les Silvaprop in baker-etanolaminski pripravek Silvanolin. Trenutno delujemo na naslednjem koraku, razvoju nebiocidne zaščite za les na osnovi vodoodbojnih sistemov. Opravili smo že laboratorijska testiranja, trenutno pa poteka zahtevno terensko testiranje, ki traja nekaj let. Načrtujemo, da bomo izdelek ponudili na trg v roku nekaj let.

Večino rezultatov DS 3 - Inženirski lesni proizvodi in lignocelulozni kompoziti je možno implementirati v praksi. Inovativni konstrukcijski lesni kompoziti, paneli, lesne in izolacijske plošče ter izolacijske pene iz tanina so uporabni v gradbeništvu in v pohištveni industriji. Novi proizvodi so iz obnovljivega in okolju prijaznega materiala ter imajo visoko dodano vrednost. Primerni so za nizko energijsko in pasivno gradnjo ter v aplikacijah kjer se vzpodbuja BIO in EKO koncept ter zdravo bivalno okolje.

Postopki utekočinjenja lesa so optimirani do te stopnje, da jih je preko pilotnih preskusov možno postopoma uvesti v proizvodnjo. Nekateri novi bio-površinski premazi in lepila iz utekočinjenega lesa imajo primerljive lastnosti s komercialnimi pripravki in bi jih bilo možno uvesti v redno uporabo, v trenutni fazi razvoja predvsem za aplikacije v interieru. Nanofibrilirano celulozo je moč uporabiti kot dodatek v premazih in lepilih za izboljšanje njihovih lastnosti. Izbrane ekstraktive (npr. pinosilvin) je možno kot aditive prenesti v uporabo v prehranski industriji.

Pri projektu KnowFORwood smo izvedli pilotna izobraževanja in usposabljanja v okviru vseživljenjskega izobraževanja kadrov v lesni industriji, ki bodo zapolnila vrzeli v znanju in kompetencah zaposlenih v lesnih podjetjih. Poleg tega bodo omogočila tudi pridobivanje znanj in kompetenc, ki izhajajo iz tendenc razvoja (globalnega) poslovnega okolja in informacijske družbe.

**16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali**

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme <sup>18</sup>	



## 17. Izjemni dosežek v letu 2014<sup>19</sup>

### 17.1. Izjemni znanstveni dosežek

VEK, Viljem, OVEN, Primož, TERS, Thomas, POLJANŠEK, Ida, HINTERSTOISSER, Barbara. Extractives of mechanically wounded wood and knots in beech. *Holzforschung*. 2014, 68, 5: 529-539. [COBISS.SI-ID 2166153]. 1A1 (Z, A'', A', A1/2)

Raziskava dokazuje, da predstavlja mehansko poškodovan les doslej neprepoznan vir variabilnosti vsebnosti ekstraktivov v živem drevesu. Izsledki študije nadalje predstavljajo pomemben prispevek k razumevanju diskoloracijskih procesov v bukovini, hkrati pa dokazujejo, da je bukovina vir spojin z visoko dodano vrednostjo. Članek je objavljen v vrhunski reviji s področja lesarstva.

### 17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Na Slovenskem forumu inovacij je bila inovacija programske skupine, Super hidrofoben les, nagrajena za najboljšo inovacijo z raziskovalne organizacije.

Ljudje so vedno manj naklonjeni uporabi tropskih drevesnih vrst (zaradi izsekavanja tropskih gozdov) in z biocidi zaščitenega lesa (zaradi strahu pred strupi). V opisan namen lahko uporabimo les manj odpornih lesnih vrst. S tem bu dvignemo odpornost in dodano vrednost. Iz tega lesa bi lahko izdelali fasadne obloge, terase, kopalniško pohištvo, vrtno pohištvo. Ta les po koncu življenjske dobe lahko vrano uničimo.

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
matične RO (JRO in/ali RO s  
koncesijo):*

in

*vodja raziskovalnega programa:*

Univerza v Ljubljani, Biotehniška  
fakulteta

Miha Humar

**ŽIG**

Kraj in datum:

Ljubljana

12.3.2015

**Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/45**

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014.

Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, navedite: "Ni bilo sprememb.". Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://www.sicris.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Upoštevalo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>16</sup> Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>17</sup> Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>18</sup> Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

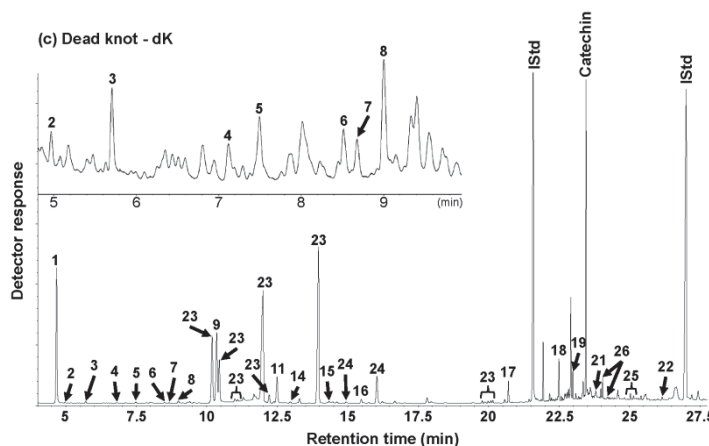
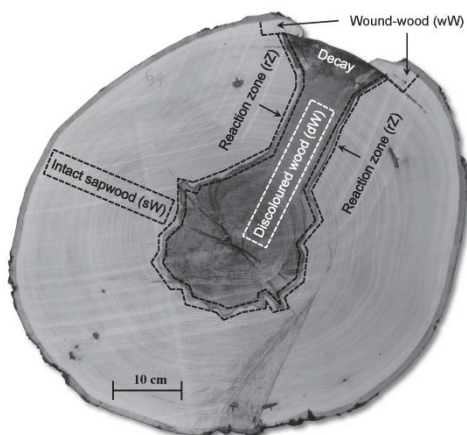
<sup>19</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

## **Priloga 1**

## Biotehniške vede

### Področje: Gozdarstvo lesarstvo paprništvo

**Dosežek 2:** VEK, Viljem, OVEN, Primož, TERS, Thomas, POLJANŠEK, Ida, HINTERSTOISSER, Barbara. Extractives of mechanically wounded wood and knots in beech. *Holzforschung*. 2014, 68, 5: 529-539. [COBISS.SI-ID [2166153](#)]. 1A1 (Z, A", A', A1/2)



Topografija tkiv na prečnem prerezu poškodovanega dela debla bukve.

GC kromatogram: Za metanolne ekstrakte grč bukovih vej je značilna visoka vsebnost flavanola, t.j. katehin.

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) je ena izmed ekonomsko najpomembnejših drevesnih vrst v Sloveniji, saj predstavlja kar tretjino lesne zaloge v slovenskih gozdovih. Bukovina slovi kot večnamenski les, žal pa njegovo uporabo omejuje nezaželena barvna sprememba v osrednjem delu debla. Tovrstna diskoloracija v centralnem delu debla, ki jo pri bukvi imenujemo tudi rdeče srce, je posledica mehanskih poškodb stoječega drevesa. Zgradba ter fizikalne in mehanske lastnosti diskoloriranega lesa bukve so dokaj dobro preiskane, podatki o kemični zgradbi bukovine pa so bili doslej zelo pomanjkljivi. Izhajajoč iz predpostavke, da je nastanek diskoloracij v lesu, na splošno, povezan s fiziološkimi in biokemičnimi spremembam, ki vključujejo biosintezo ekstraktivov in oksidacijo le-teh ter slednjič encimsko rjavenje, smo v pričujoči študiji raziskovali sestavo ekstraktivov v poškodovanem lesu debla in grčah navadne bukve. Vzorce različnih tipov tkiv poranitvenega lesa ter grč živih in mrtvih vej smo ekstrahirali, pridobljene ekstrakte pa smo kvalitativno ter kvantitativno ovrednotili s spektrofotometrično (UV-Vis) in kromatografsko (GC-FID in GC/MS) analizo. Ekstrakcija je bila izvedena na sistemu za pospešeno ekstrakcijo, pri čemer smo uporabili nepolarno in polarno topilo. Delež pridobljenih hidrofilnih ekstraktivov je bil 3- do 5-krat večji od deleža lipofilnih ekstraktivov. Ugotovili smo, da so najpomembnejši lipofilni ekstraktivi bukve proste maščobne kisline, maščobni alkoholi ter triterpenoidi oz. prosti steroli. Visoka vsebnost maščobnih kislin je bila značilna za vzorce reakcijske cone in grč, vsebnost prostih sterolov pa je bila največja v reakcijski coni in diskoloriranem lesu. V hidrofilnem ekstraktu so bili zastopani topni sladkorji, različne kisline ter številne fenolne substance, dominantna spojina pa je bil flavanol katehin. Vsebnosti fenolnih ekstraktivov in proantocianidinov so bile največje v grčah in poranitvenem lesu. Najnižje koncentracije katehina so vsebovala tkiva diskoloriranega lesa. Raziskava dokazuje, da predstavlja mehansko poškodovan les doslej neprepoznan vir variabilnosti vsebnosti ekstraktivov v živem drevesu. Izsledki študije nadalje predstavljajo pomemben prispevek k razumevanju diskoloracijskih procesov v bukovini, hkrati pa dokazujejo, da je bukovina vir spojin z visoko dodano vrednostjo.

## **Priloga 2**

## Biotehniške vede

### Področje: Gozdarstvo lesarstvo papirništvo

**Dosežek 1:** Posebno priznanje na 9. Slovenskem forumu inovacij za najboljšo inovacijo raziskovalno-razvojne institucije. Za superhidrofoben les.

Les je na prostem izpostavljen delovanju biotskih in abiotskih dejavnikov razkroja. V naravi so ti procesi zaželeni, kadar pa ga uporabljamo v gospodarske namene, jih skušamo čim bolj upočasniti. V preteklosti so v te namene uporabljali predvsem biocidne izdelke. Najnovejše rešitve temeljijo na tem, da les ohranimo suh. To lahko dosežemo tudi s hidrofobnimi pripravki. V okviru te inovacije smo kombinirali dva pristopa. Najprej smo les obdelali z vodno emulzijo izbranega termično stabilnega voska, nato pa smo ga termično modificirali. S tem smo z nizko porabo voska dosegli izjemen hidrofobni učinek. Termična modifikacija lesa je poleg dobre redistribucije voska prispevala še k boljši dimenzijski stabilnosti in odpornosti lesa proti glivam. Tako dobimo odličen material, ki je uporaben za lesene pohodne površine, strešnike, vrtno pohištvo, obloge ... Novost že preizkušamo v realnih pogojih in je pred komercializacijo.

**Učinek:** Ljudje so vedno manj naklonjeni uporabi tropskih drevesnih vrst (zaradi izsekavanja tropskih gozdov) in z biocidi zaščitenega lesa (zaradi strahu pred strupi). Opisana rešitev prestvalja možnost, da lahko v ekstremnih pogojih uporabimo Slovenski les.

